

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAÏA.  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCE BIOLOGIQUES ET DE L'ENVIRONNEMENT



## *Mémoire*

Présenté en vue d'obtention du diplôme de Magister en :  
SCIENCES DE LA NATURE

Spécialité: ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT.

Présentée par :  
M<sup>me</sup> BETATACHE née ALIK Ourida

## *Thème*

**Biologie de la reproduction et dynamique du merlu,  
*Merluccius merluccius* (Linnaeus,1758)  
de la côte-Est Algérienne**

*Soutenu le : 06/09/2015 devant le jury composé de:*

M<sup>me</sup> ZEBBOUDJ Aicha.

Pr. Univ.de Béjaïa

Présidente

M<sup>me</sup> ZEROUALI-KHODJA Fatiha.

Pr. FSB/USTHB

Directrice de mémoire

M<sup>r</sup> BEKDOUCHE Farid.

MCA. Univ. de Béjaïa

Examineur

M<sup>r</sup> AYAD Abdelhanine.

Pr. Univ. de Béjaïa

Examineur

M<sup>r</sup> OUARDANI Arab.

Direction de la Pêche et  
des Ressources Halieutiques.

Invité.

*Année Universitaire : 2014/2015*

# **Biologie de la reproduction et dynamique du merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) de la côte-Est algérienne.**

**M<sup>me</sup> BETATACHE née ALIK Ourida.**

Laboratoire d'Ecologie et de l'Environnement, Faculté des Sciences Biologiques, Univ. Béjaïa.  
Centre National de Développement de la Pêche et d'Aquaculture (C.N.R.D.P.A), Bou-Ismaïl, Tipazza.  
Laboratoire Halieutique, Faculté des Sciences Biologiques, U.S.T.H.B., Alger.

## **Résumé**

Parmi les espèces dotées d'une haute valeur commerciale et présentant des priorités pour la commission générale des pêches pour la Méditerranée (CGPM), le merlu, *Merluccius merluccius* (Linné, 1758), occupe une place importante. Malgré la richesse de la bibliographie sur cette espèce, des lacunes persistent encore, particulièrement sur la Côte-Est algérienne.

Le merlu a un mode ovipare dont la ponte est fractionnée. Le taux global du sex-ratio est significativement en faveur des femelles. Le suivi mensuel de la maturité sexuelle a permis de déterminer la période de reproduction qui est étalée dans le temps, et qui se manifeste par deux pics principaux, en novembre-décembre et en mars-avril, en plus d'un pic secondaire en août-septembre. Dans la fonction reproductrice, les réserves hépatiques sont impliquées dans l'élaboration des gamètes. La taille à la première maturité ( $L_{50}$ ) dans le golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et dans le golfe de Annaba, est respectivement de l'ordre de 29,3, 29,2 et 29,2 cm pour les femelles et 21,3, 20,7 et 20,6 cm pour les mâles.

Chez *Merluccius merluccius*, le coefficient de vacuité moyen a une valeur plus faible que chez les jeunes poissons, celui là s'inverse pour les grandes classes de taille, et en fonction des zones d'études.

La structure histologique des ovaires et celle des testicules présente des caractéristiques trouvées chez les autres poissons Téléostéens.

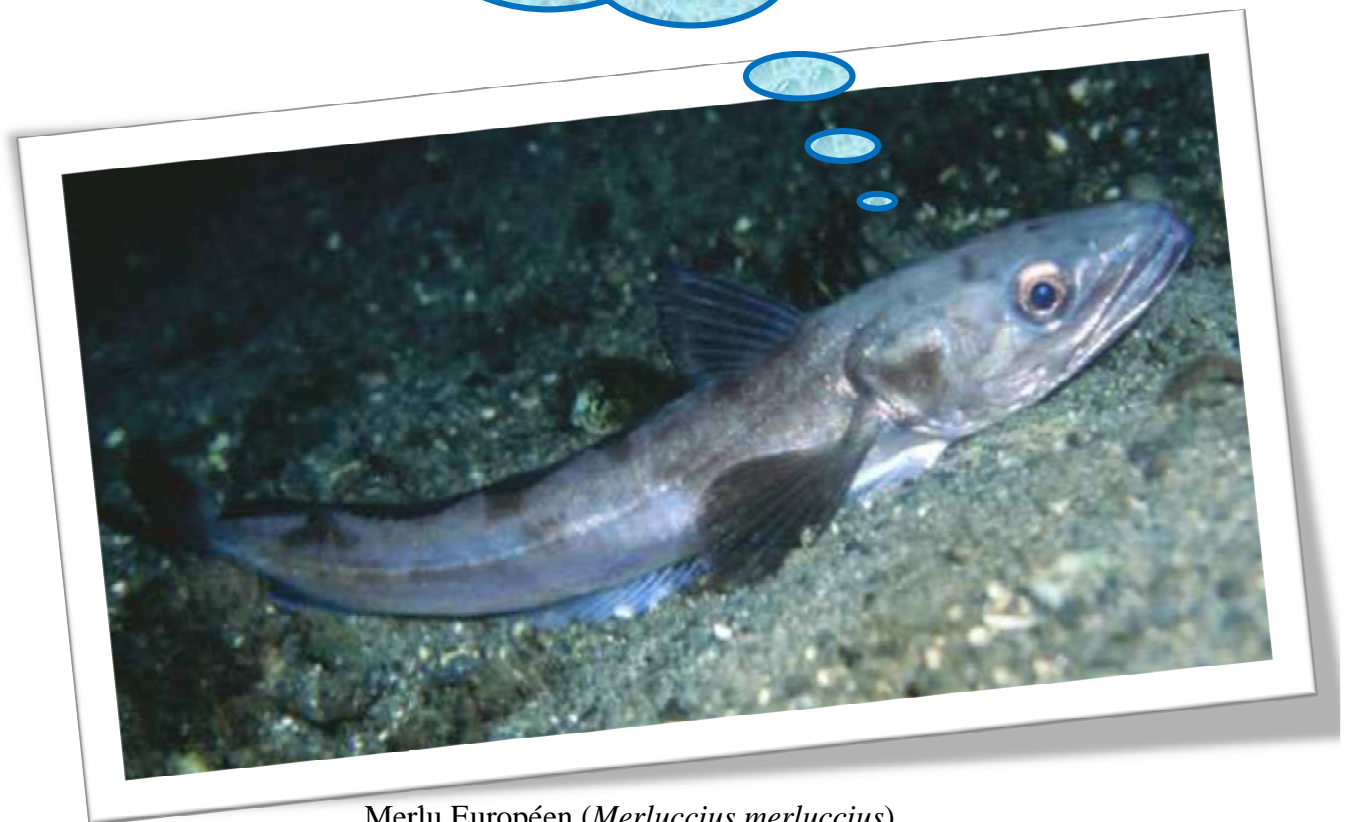
L'âge, la croissance et la mortalité du merlu ont été déterminés pour la première fois sur des échantillons provenant de différents ports de la côte-Est algérienne, au cours de la période allant de septembre 2013 à septembre 2014. La structure d'âge et les paramètres de croissances ont été déterminés par le modèle de croissance de Von Bertalanffy.

Une étude approfondie de la croissance des merlus a mis en évidence que les données âge-longueur ont montré que l'essentiel de la croissance du merlu est réalisée au cours de sa première année de vie, ce taux est plus faible chez les adultes. Les résultats obtenus suite à l'application de certains logiciels récents, permettent une approche analytique et suggère que l'exploitation de ce stock dépend essentiellement des premiers groupes d'âges, lesquels affectent directement le recrutement. Les paramètres de croissance des deux sexes confondus sont :  $L_{\infty} = 99,28$  cm,  $K = 0,13$  et  $t_0 = - 0,31$ . Ainsi, la relation taille-poids montrent une allométrie majorante de type :  $W_{ev} = 0,001898 L_t^{3,33}$  par an pour une température moyenne de 14°C.

Quand aux résultats des différentes mortalités, naturelle (M), par pêche (F), totale (Z) sont respectivement de l'ordre de 0,24, 2,04 et 2.28 pour un coefficient de détermination  $r^2 = 0,93$ . Le taux d'exploitation indique une position déséquilibrée dans le stock. Ces résultats montrent que la menace principale pour le merlu est la surpêche.

**Mots clés:** *Merluccius merluccius*, Reproduction, Âge, Croissance, Mortalité, Exploitation, Côte- Est algérienne.

**Merci Merlu pour tout le courage que tu m'a donné, et de m'avoir cédé la chance de te découvrir**



Merlu Européen (*Merluccius merluccius*)  
(Source : fishbase, photo de Svensen R.).

Dans son livre intitulé '*Les ressources de la mer*' publié en 1997, le géographe Jean- Claude Chaussade se demandait, au vu de la situation actuelle d'intense exploitation sur ces ressources halieutiques, de quelle manière la mer pouvait encore contribuer et venir au secours de l'humanité sur le plan de l'alimentation.

***A ma famille et belle famille,  
A mon époux Samir,  
Et à mes deux petits anges,  
Mayas et Dacine.***

## Remerciements

---

*Les remerciements.* Il y a quelques mois je n'aurais jamais cru que ce fût la partie la plus difficile à écrire. A l'heure où je mets un point final à mon travail, il m'est difficile de remercier ceux dont l'aide ou l'influence ont été déterminantes, cela supposerait que l'on ait tenu la liste à jour. Et pourtant, ça l'est maintenant. Je tiens cependant à exprimer ici ma reconnaissance à ceux qui ont permis à ce travail d'aboutir :

J'exprime ma gratitude et mon profond respect à ma promotrice Madame **ZEROUALI-KHODJA Fatiha**, Professeur à l'Université d'USTHB, pour les conseils judicieux qu'elle n'a cessé de me prodiguer, pour son soutien moral et suivi inestimable. Je ne la remercierai jamais assez pour la liberté et la confiance qu'elle m'a accordées, et pour m'avoir fait profiter de son expérience sans jamais ménager sa peine pour m'aider à avancer. Elle m'a permis de me construire en tant que scientifique rigoureuse, de concrétiser mes projets et de réaliser ce travail, toujours dans la joie et la bonne humeur, même dans les moments difficiles. Merci à vous de m'avoir appris tout ce que vous savez (ou presque...) en biologie marine, pour votre soutien dans la rédaction et pour avoir passé autant de temps et d'énergie à la correction de ce manuscrit. Mais aussi pour tous ses encouragements et son soutien qui m'ont permis d'avancer, de progresser et d'être ce que je suis aujourd'hui. Elle sera toujours pour moi, mon modèle, mon aînée, ma grande Sœur. Je lui dois éternelle reconnaissance et lui souhaite réussite dans tous ce qu'elle entreprendra.

Je tiens aussi à remercier sa très chère M<sup>me</sup> **TOUAHRIA Nora**, son bras droit, Ingénieur de son laboratoire. **Nora** qui m'a mis le pied à l'étrier à mon arrivée au laboratoire et encadré mes premiers pas Pâteuse, de t'être démenée lors de m'avoir initié aux secrets et les rouages de l'histologie. Mais aussi pour ce tour de Bab-Ezouar de laboratoires qui fut fort instructif au niveau professionnel. J'ai été heureuse d'avoir pu vous remercier en "nature" et je vous relate ici toutes les deux "mon amitié".

Ma reconnaissance est également adressée au Professeur **A. BOUAZIZ** (FSB/USTHB), chargé de mon suivi dans mes premiers pas d'étude de la croissance du merlu, ainsi **co-promoteur** de mon travail. En sa qualité de guide, pour ses conseils, son soutien ainsi que pour la relecture et la correction des mes communications qu'il a assurée en supplément de son travail. Son accueil chaleureux, sa simplicité, sa générosité dans le partage d'information ont beaucoup contribué à mon amélioration, merci de m'avoir initiée aux secrets et mystères de l'Halieutique et de la gestion des stocks.

Ce travail a été réalisé au sein de deux laboratoires: le Laboratoire d'Ecologie et de l'Environnement de l'Université A-Mira de Béjaïa et le Laboratoire Halieutique de l'USTHB de FSB/USTHB. Je suis reconnaissante aux directeurs respectifs de ces laboratoires, M<sup>er</sup> **F. BEKDOUCHE** et qu'au Professeur **A. NOUAR**.

## *Remerciements*

---

*A Madame la Professeur **Aïcha ZEBBOUDJ**, Responsable du Département des Sciences de Biologie et de l'Environnement de l'Université de Béjaïa, pour l'honneur qu'elle ma fait en acceptant la présidence de jury de soutenance de mon mémoire.*

*J'exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur **F. BEKDOUCHE**, qui en tant qu'Enseignant, chef de département au bien vice doyen, il a toujours apporté un gain pour moi. Je tiens à le remercier pour ses encouragements, sa patience et pour les très nombreuses apparences qu'il a pu effectuer pour m'aider. Qu'il trouve ici exprimée toute ma gratitude pour m'avoir accueillie dans son laboratoire; pour la liberté qui m'a été procurée pour travailler calmement, sans lui je n'aurai pas peu réalisée la partie pratique. Ainsi que de m'avoir fourni les données de statistique nécessaires à mon étude. Merci de m'avoir aussi fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*J'exprime toute ma gratitude à Monsieur **A. AYAD**, Maitre de conférence à l'Université de Béjaïa de m'avoir fait l'honneur d'accepté à examiner ce modeste travail.*

*Monsieur **Arab. OURDANI** (Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques) a bien voulu me faire l'honneur d'accepter d'être parmi les membres de jury. Merci pour votre soutien et de m'avoir défendue à plusieurs reprise vis-à-vis de mon travail.*

*Je tiens à remercier **M<sup>me</sup> N.NATOURI** et **M<sup>er</sup> N. BENHAMICHE**, **M<sup>er</sup> MOUSLI** pour leur bonne humeur, leur écoute et leur grande disponibilité envers tous les étudiants.*

*Merci à **Souhila BOUCHBAH**, que j'ai rencontrée au cours de la graduation. Merci pour tous les moments mémorables passés ensemble, tu as toujours été disponible dans tout le travail de laboratoire... Bonne chance pour la suite et à très bientôt au bord d'un des parcours du doctorat!*

*Je tiens à remercier tout particulièrement un binôme collègues de choc : **Mohamed BOURKHIS** et **Fateh BENKHLIFA**, mes camarades de galère, les hommes de toutes les situations, ceux qui vous résolvent un problème plus vite que leurs ombres, et que j'ai sollicités à maintes reprises problèmes, tous deux ils m'ont soutenue tout au long de mon travail. Merci de m'avoir aidée au cours de toutes ces longues journées de prélèvements, J'exprime une reconnaissance profonde à leur participation, pour votre soutien, votre passion, ce fut un vrai bonheur de travailler avec vous. Je vous dois beaucoup.*

*Ah! Chers pêcheurs, sans votre aide et votre soutien je n'aurais pas pu terminer ce travail. Vous trouvez ici mes remerciements les plus loyaux. J'ai débuté la recherche dans le monde peu connu des poissons du golfe de Béjaïa. Et parce que la vie ne serait pas aussi belle sans eux, je remercie l'ensemble (des pêcheurs, marins pêcheurs, mandataires.....), de m'avoir permis d'entrer dans cet univers scientifique, et de m'avoir fourni de précieux conseils, pour tout ce que nous avons partagé, pour leurs information, en particulier ceux qui ont participé à la récolte des spécimens (**Abdellah OUALI**, **Zahi AZZI**, **Abdellhafid REZZOUG**, **Riad GUERMOUDJ**, **Badisse...**) surtout bon courage à vous pour la fin de cette grande aventure qui est le mémoire .....*

## Remerciements

---

*Je voudrais remercier toutes les personnes de l'ENSMAL avec qui les échanges Professionnels et humains ont été riches et en particulier Monsieur **F. HEMIDA** qui fut un coordonnateur particulièrement attentif aux requêtes des étudiants.*

*A tous les jours passés auprès de la présence de **Houria**, Ingénieur de laboratoire d'Ecologie et de l'Environnement, elle a su donner au laboratoire une ambiance grivoise typiquement féminine qui m'a apporté des bouffées d'oxygène.*

*A la formidable et sympathique équipe du **CNRDPA**, j'adresse mes vifs remerciements à (**Sahi, Lyes, Mehréz, Merzak, Ahmed, Aissa** sans oublier **Soraya** ...) collègues de travail, pour tout les moments que nous avons partagés à bord du navire océanographique "GRINE BELKACEM", à tout son équipage je vous dis à la prochaine aventure... pour les sorties roller et après l'effort... pour tous ces petits restos de campagne que nous avons testés. Ma curiosité pour l'univers marin s'est éveillée alors que je n'arrive pas à plonger. Au cours de mes explorations du littoral, où j'ai découvert tout un petit monde aquatique dont les figures emblématiques étaient les "bébés crabes, les crevettes, les potassaux, les mignonnes petites langoustines, les soles et les gobies, sans oublier les enfantins merlus. C'est là que j'ai compris que ce monde sous-marin, qui me passionnait depuis longtemps déjà, ferait désormais partie de ma vie...*

*Je réserve mes remerciements particuliers à ma famille. A mes parents, qui ont su donner pour leurs enfants, dont leur soutien, leurs encouragements et leur confiance. A ma belle famille. A mon très cher mari et mes deux petits anges (**Mayas et Dacine**), en peut dire c'est fini, je leur suis reconnaissante pour leur soutien leurs encouragements et leur amour et pour leur présence à mes côtés tout au long de mes fardeaux. (Et oui la fin d'un travail n'est pas une histoire malgré ce que l'on pourrait croire).*

## *SOMMAIRE*

---

---

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction générale.....01

---

---

### *Synthèse bibliographique*

---

---

#### **I. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LES POISSONS TELEOSTEENS**

1.	La gamétogenèse du poisson .....	04
1.1.	Appareil reproducteur mâle .....	02
1.1.1.	Anatomie du testicule .....	05
1.1.2.	Organisation et structure fonctionnelle du testicule .....	05
1.1.3.	La Spermatogenèse.....	10
1.1.4.	La Spermiation.....	13
1.1.5.	Les cellules somatiques .....	13
1.1.6.	Régulation de la spermatogenèse.....	15
1.1.7.	Stades de maturité testiculaire.....	16
1.2.	Appareil reproducteur femelle.....	17
1.2.1.	Anatomie générale de l’ovaire.....	17
1.2.2.	Organisation générale de l’ovaire.....	17
1.2.3.	Le déroulement de l’ovogenèse.....	20
1.2.4.	La croissance ovocytaire et le développement folliculaire.....	20
1.2.5.	La régulation de la gamétogenèse.....	24
1.2.6.	Stades de maturité ovarienne.....	26
1.3.	Maturité sexuelle chez les poissons Téléostéens .....	29

#### **II. AGE, CROISSANCE ET MORTALITES DU POISSON TELEOSTEENE** 32

1.	L’âge et la croissance du poisson Téléostéen.....	32
2.	Etude de la mortalité et l’exploitation du poisson Téléostéen.....	34



## SOMMAIRE

---

---

### III. PRESENTATION DE L'ESPECE MERLU (*Merluccius merluccius*, L., 1758)

1. La morphologie de <i>Merluccius merluccius</i> .....	38
2. Position systématique .....	40
3. Synonymes de <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758).....	40
4. Répartition géographique et habitat .....	41
5. Répartition bathymétrique sur le littoral algérien .....	42
6. Biologie de <i>Merluccius merluccius</i> .....	43
6.1. Régime alimentaire de <i>Merluccius merluccius</i> .....	43
6.2. L'âge et la croissance de <i>Merluccius merluccius</i> .....	44
6.3. Reproduction de <i>Merluccius merluccius</i> .....	46

---

---

## Matériels et méthodes

---

---

### I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Localisation géographique et circulation générale de la Méditerranée .....	49
2. Zone d'étude .....	51
2.1. Le Golfe de Annaba .....	51
2.2. La Baie de Jijel .....	52
2.3. Le Golfe de Béjaïa.....	54

### II. RIODICITE ET TYPE DE PRELEVEMENTS

### III. LA REPRODUCTION DE *MERLUCCIVS MERLUCCIVS*

1. Détermination du sex-ratio .....	57
2. Cycle de reproduction.....	57
2.1. Examen macroscopique des gonades « stades de maturité sexuelle ».....	57
2.2. Rapports pondéraux.....	59
a. Rapport Gonado-Somatique (RGS) .....	59
b. Rapport Hépat-Somatique (RHS) .....	60
c. Taille à la première maturité sexuelle .....	60
3. Facteur de condition .....	61
4. Etude microscopique de la maturité sexuelle « Histologie des gonades ».....	62
4.1. Préparation des coupes histologiques.....	62
4.2. Technique de coloration.....	63

## SOMMAIRE

### IV. AGE, CROISSANCE, MORTALITE ET LE TAUX D'EXPLOITATION DE *MERLUCCIUS MERLUCCIUS*

1. Analyse des structures d'âge.....	64
2. Etude de la croissance de <i>Merluccius merluccius</i> .....	65
1.1. Croissance linéaire .....	65
1.2. Croissance relative .....	66
2.3. Croissance pondérale .....	67
3. Etude de la mortalité .....	67
b. Mortalité totale (Z) .....	67
c. Mortalité naturelle (M) .....	68
d. Mortalité par pêche (F).....	69
5. Estimation du taux d'exploitation (E).....	70

## Résultats et discussion

### I- BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE *MERLUCCIUS MERLUCCIUS*

1. Aspect gonadique de l'espèce merlu.....	71
2. Sex-ratio (SR) .....	72
2.1. Répartition du Sex-ratio global .....	73
2.2. Evolution saisonnière globale du sex-ratio .....	74
2.3. Répartition des sexes et sex-ratio par zone d'étude.....	75
2.3.1. Sex-ratio en fonction de la taille.....	75
2.3.2. Variation mensuelle du sex-ratio .....	79
2.3.3. Variation du Sex-ratio en fonction des saisons .....	83
2.3.4. Variation globale du sex-ratio par zone d'étude.....	86
3. Cycle de reproduction de <i>Merluccius merluccius</i> .....	87
3.1. Evolution des Stades de maturité sexuelle et période de ponte .....	87
3.2. Indices pondéraux .....	94
3.2.1. Rapport Gonado-Somatique (RGS) .....	94
3.2.2. Etude comparée du Rapport Gonado-Somatique moyen entre Les différentes zones d'études.....	102
3.2.3. Rapport Hépat-Somatique (RHS).....	104
3.2.4. L'évolution des rapports Gonado-Somatique et Hépat-Somatique.....	110

## **SOMMAIRE**

---

4. Taille à la première maturité sexuelle.....	113
5. Facteur de condition K.....	116
5.1. Variations mensuelles du facteur de condition K moyen.....	116
5.2. Variation du facteur de condition par groupe de taille.....	120
6. Structure histologique des gonades.....	121
6.1. Observation, classification et description des types cellulaires de l'ovogenèse chez <i>Merluccius merluccius</i> .....	121
6.2. Observation, classification et description des types cellulaires de la spermatogénèse chez <i>Merluccius merluccius</i> .....	130
<b>II. AGE, CROISSANCE ET MORTALITES DE MERLUCCIVS MERLUCCIVS</b>	
1. Analyse des distributions de fréquences de taille.....	135
2. Détermination des paramètres de croissance.....	137
2.1. Analyse des structures de tailles.....	137
2.2. Analyse des structures d'âge .....	138
2.3. Croissance relative .....	143
2.3.1. Relation taille-poids.....	143
2.3.2. Croissance pondérale.....	145
3. Taux de croissance annuel .....	147
4. La mortalité de <i>Merluccius merluccius</i> .....	148
5. Exploitation de <i>Merluccius merluccius</i> .....	149
6. Discussion des résultats.....	150
<b>Conclusion générale</b> .....	169
<b>Références bibliographiques</b> .....	173
<b>Annexes</b>	

## Liste des figures

---

<b>Figure 1:</b> Appareil génital mâle d'un poisson Téléostéen ( <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> ) en vue ventrale du testicule (modifié d'après <b>Patzner &amp; al., 1991</b> ).....	05
<b>Figure 2:</b> Coupe transversale d'un lobule. Les cellules de Sertoli et des cellules germinales au même stade de développement constituent des cystes clos (d'après <b>Billard &amp; al., 1982</b> ).....	07
<b>Figure 3:</b> Schéma d'un lobule de type non structuré (A) et d'un lobule structuré (B) ou tubule ( <b>Takashima et Hibiya, 1995</b> ).....	08
<b>Figure 4:</b> Tubule testiculaire chez le Poecilidé <i>Xiphophorus maculatus</i> . Les cystes progressent de la droite vers la gauche, depuis les cystes à spermatogonies aux cystes à spermatozoïdes ( <b>Kinnberg &amp; al., 2000</b> ).....	09
<b>Figure 5:</b> Représentation des grandes étapes de la spermatogenèse.....	12
<b>Figure 6:</b> Coupes transversale représentant le cycle de la spermatogenèse chez la truite arc-en-ciel ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) dans un testicule de type « lobulaire » ( <b>Billard, 1986</b> ).....	16
<b>Figure 7:</b> Vue générale d'un ovaire de Téléostéens (Syngnathidé) ( <b>Begovac &amp; Wallace, 1987</b> ).....	17
<b>Figure 8:</b> Follicule ovarien composé d'un ovocyte I et de l'enveloppe folliculaire (Zona radiata, cellules folliculaires, membrane basale et thèque) ( <b>Bruslé &amp; Quignard, 2004</b> ).....	18
<b>Figure 9:</b> Section d'une coupe transversale avec la présence d'ovocytes pré-vitellogéniques et vitellogéniques ( <b>Bruslé &amp; Quignard, 2004</b> ).....	19
<b>Figure 10:</b> Schématisation générale de grandes phases de l'ovogénèse chez les Vertébrés.....	23
<b>Figure 11:</b> Diagramme des gains et des pertes d'un stock en équilibre.....	35
<b>Figure 12 :</b> Le stock du merlu ( <i>Merluccius merluccius</i> , L., 1758).....	37
<b>Figure 13:</b> Morphologie du <i>Merluccius merluccius</i> .....	39
<b>Figure 14:</b> Photos de <i>Merluccius merluccius</i> présentant la crête de la tête vue d'en haut.....	39
<b>Figure 15 :</b> Photographie montrant le premier arc branchial gauche de <i>M.merluccius</i> .....	40
<b>Figure 16 :</b> Le <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758).....	40
<b>Figure 17:</b> Répartition géographique de <i>Merluccius merluccius</i> ( <b>Kélig Mahé &amp; al., 2006 in Whithead &amp; al., 1986</b> ).....	42
<b>Figure 18 :</b> Otolithes de <i>Merluccius merluccius</i> .....	45

## Liste des figures

---

<b>Figure 19:</b> Principales étapes du cycle de vie du merlu ( <b>Bodiguel, 2008</b> ) dans le Nord-Ouest de la Méditerranée.....	46
<b>Figure 20:</b> Position géographique du littoral algérien dans le bassin de la Méditerranée et localisation des zones d'étude.....	49
<b>Figure 21 :</b> Circulation globale des eaux dans le bassin la méditerranéen ( <b>Ait Aneur, in Anonyme, 2012</b> ).....	50
<b>Figure 22 :</b> L'extrême Est du litoral algerien: Le Golfe de Annaba.....	52
<b>Figure 23 :</b> Zones de pêche dans la Baie de Jijel.....	53
<b>Figure 24 :</b> Carte géographique du Golfe de Béjaïa. ....	54
<b>Figure 25 :</b> Mesures biométriques de <i>M. merluccius</i> à l'aide d'un ichtyomètre manuel.....	56
<b>Figure 26:</b> Gonade de la femelle de <i>M. merluccius</i> (ovaire).....	72
<b>Figure 27:</b> Gonade du mâle de <i>M. merluccius</i> (testicule).....	72
<b>Figure 28 :</b> Evolution globale du Sex-ratio de <i>M. merluccius</i> de la région Est algérienne.....	73
<b>Figure 29:</b> Evolution saisonnière du sex-ratio global chez <i>M. merluccius</i> de la région Est algérienne.....	74
<b>Figure 30:</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	78
<b>Figure 31:</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	78
<b>Figure 32:</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	78
<b>Figure 33:</b> Fluctuation mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> du golfe de Béjaïa.....	82
<b>Figure 33:</b> Fluctuation mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	82
<b>Figure 35:</b> Fluctuation mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> du golfe de Annaba.....	82
<b>Figure 36:</b> Répartition des sexes en fonction de la saison chez <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	85
<b>Figure 37:</b> Répartition des sexes en fonction de la saison chez <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	85
<b>Figure 38:</b> Répartition des sexes en fonction de la saison chez <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	85
<b>Figure 39:</b> Evolution globale du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> dans le Golfe de Béjaïa.....	86
<b>Figure 40:</b> Evolution globale du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> dans la Baie de Jijel.....	86
<b>Figure 41:</b> Evolution globale du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> dans le Golfe de Annaba.....	86

## Liste des figures

---

<b>Figure 42:</b> les différents stades macroscopiques des gonades femelles de <i>M. merluccius</i> .....	88
<b>Figure 43:</b> les différents stades macroscopiques des gonades mâles de <i>M. merluccius</i> .....	89
<b>Figure 44:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa. ....	91
<b>Figure 45:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	91
<b>Figure 46:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> d Golfe de Annaba.....	91
<b>Figure 47:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> de Golfe de Béjaïa.....	93
<b>Figure 48:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	93
<b>Figure 49:</b> Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	93
<b>Figure 50:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.....	100
<b>Figure 51:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles de la Baie de Jijel.....	100
<b>Figure 52:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Annaba.....	100
<b>Figure 53:</b> Evolution mensuelle comparée du Rapport Gonado-Somatique moyen des merlus femelles de la région Est algérienne.....	103
<b>Figure 54:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.....	109
<b>Figure 55:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles de la Baie de Jijel.....	109
<b>Figure 56:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Annaba.....	109
<b>Figure 57:</b> Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de <i>Merluccius merluccius</i> femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.....	111
<b>Figure 58:</b> Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de <i>Merluccius merluccius</i> femelles-mâles de la Baie de Jijel.....	111

## Liste des figures

---

<b>Figure 59:</b> Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de <i>Merluccius merluccius</i> femelles-mâles du Golfe de Annaba.....	111
<b>Figure 60:</b> Taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	115
<b>Figure 61:</b> Taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	115
<b>Figure 62:</b> Taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	115
<b>Figure 63:</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région de Béjaïa.....	119
<b>Figure 64:</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région de Jijel.....	119
<b>Figure 65:</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région d'Annaba.....	119
<b>Figure 66:</b> Evolution comparée du facteur de condition K moyen par groupes de taille de <i>Merluccius merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	121
<b>Figure 67:</b> Structures histologiques des follicules ovulatoires de <i>M. merluccius</i> présent à des périodes différentes de l'année.....	124
<b>Figure 68:</b> Coupes histologiques au niveau des follicules ovocytaires de <i>M. merluccius</i> , illustrant des ovocytes pré-vitellogéniques <b>A</b> et <b>B</b> au <b>stade II (a, b, c, d)</b> , et des ovocytes vitellogéniques au <b>stade III (e, f)</b> .....	125
<b>Figure 69:</b> Coupes histologiques au niveau des ovaires de <i>M. merluccius</i> , illustrant des ovocytes vitellogéniques au stade IV .....	126
<b>Figure 70:</b> Coupes histologiques au niveau des ovaires de <i>M. merluccius</i> , illustrant des ovocytes vitellogéniques au stade V ( <b>stade pré-ponte</b> ) . .....	128
<b>Figure 71:</b> Coupes histologiques au niveau des ovaires de <i>M. merluccius</i> en <b>stade post-pontent</b> en ( <b>a, b, c</b> ) ; et des ovocytes à différents stade de développement en atrésies et en dégénérescence en ( <b>d, e, f, g, h, i</b> ).....	129
<b>Figure 72:</b> Coupes histologiques des testicules de <i>M. merluccius</i> au stade de maturité I en ( <b>a, b, c</b> ) et mise en évidence des tubules séminifères en ( <b>d</b> ), et en montrant les cellules germinales primordiales au stade de maturité II en ( <b>e et f</b> ).....	131
<b>Figure 73:</b> Coupes histologiques de testicule de <i>M. merluccius</i> à différentes stades de maturité sexuelles (St.III en ( <b>a</b> ), St.IV en ( <b>b</b> ) et St.V en ( <b>c</b> )).....	133

## Liste des figures

---

<b>Figure 74:</b> Coupes histologiques de testicule de <i>M. merluccius</i> au stade de maturité VI.....	134
<b>Figure 75:</b> Distribution de fréquences de taille des merlus de Béjaïa.....	136
<b>Figure 76:</b> Distribution de fréquences de taille des merlus de Jijel.....	136
<b>Figure 77:</b> Distribution de fréquences de taille des merlus de Annaba.....	136
<b>Figure 78:</b> Polygones de fréquences de taille du merlu de la côte-Est algérienne.....	137
<b>Figure 79:</b> La plage du nuage de points de la population de merlu de la côte-Est algérienne.....	138
<b>Figure 80:</b> Décomposition en groupes d'âge, sous population, du merlu de la côte-Est algérienne (méthode de Bhattacharya, FISAT II).....	139
<b>Figure 81:</b> Courbe théorique de croissance linéaire de <i>Merluccius merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	142
<b>Figure 82:</b> Courbe de la croissance de la constante de croissance <b>K</b> de <i>M. merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	142
<b>Figure 83:</b> Les relations taille-poids éviscéré chez le <i>M. merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	145
<b>Figure 84 :</b> Courbe de la croissance pondérale chez le <i>M. merluccius</i> de la côte-Est algérienne....	146
<b>Figure 85:</b> Courbe de l'estimation de ( <b>Z</b> ) de <i>M. merluccius</i> exploité dans le littoral Est Algérien.....	148



## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 1 :</b> Régime alimentaire de <i>Merluccius merluccius</i> .....	44
<b>Tableau 2 :</b> Les tailles maximales observées pour le merlu dans différents régions Atlantiques et Méditerranéennes.....	45
<b>Tableau 3:</b> Synthèse des périodes de ponte de <i>Merluccius merluccius</i> selon différents auteurs et selon les différentes régions.....	47
<b>Tableau 4:</b> Stades de maturité sexuel adoptés pour les mâles.....	58
<b>Tableau 5:</b> Stades de maturité sexuel adoptée pour les mâles .....	59
<b>Tableau 6:</b> Pourcentage des sexes de <i>Merluccius merluccius</i> pêché dans la région Est algérienne. ....	74
<b>Tableau 7:</b> Evolution saisonnière du sex-ratio global chez <i>M.merluccius</i> de la région Est algérienne.....	74
<b>Tableau 8:</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>Merluccius merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	76
<b>Tableau 9:</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>Merluccius merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	76
<b>Tableau 10 :</b> Répartition des sexes en fonction de la taille de <i>Merluccius merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	77
<b>Tableau 11 :</b> Distribution mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	79
<b>Tableau 12:</b> Distribution mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	80
<b>Tableau 13:</b> Distribution mensuelle du sex-ratio de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	81
<b>Tableau 14:</b> Variation saisonnière du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	83
<b>Tableau 15 :</b> Variation saisonnière du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	83
<b>Tableau 16 :</b> Variation saisonnière du sex-ratio chez <i>M. merluccius</i> du golfe de Annaba.....	83
<b>Tableau 17:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Béjaïa.....	90
<b>Tableau 18:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	90
<b>Tableau 19:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	90
<b>Tableau 20:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> du golfe de Béjaïa.....	92
<b>Tableau 21:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> de la Baie de Jijel.....	92

## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau 22:</b> Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de <i>M. merluccius</i> du Golfe de Annaba.....	92
<b>Tableau 23:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus femelles du Golfe de Béjaïa.....	95
<b>Tableau 24:</b> Evolution mensuel et saisonnier du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus mâles du Golfe de Béjaïa.....	95
<b>Tableau 25:</b> Evolution mensuel et saisonnier du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus femelle de la Baie de Jijel.....	97
<b>Tableau 26:</b> Evolution mensuel et saisonnier du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus mâles de la Baie de Jijel.....	97
<b>Tableau 27 :</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus femelles du Golfe de Annaba.....	99
<b>Tableau 28:</b> Evolution mensuel et saisonnier du Rapport Gonado-Somatique ( <b>RGS</b> ) des merlus mâles du Golfe d'Annaba.....	99
<b>Tableau 29:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus femelles du golfe de Béjaïa.....	105
<b>Tableau 30 :</b> Evolution mensuel et saisonnier du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus mâles du Golfe de Béjaïa.....	105
<b>Tableau 31:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus femelle de la Baie de Jijel.....	106
<b>Tableau 32 :</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus mâles de la Baie de Jijel.....	107
<b>Tableau 33:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus femelles du Golfe de Annaba.....	108
<b>Tableau 34:</b> Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique ( <b>RHS</b> ) des merlus mâles du Golfe de Annaba.....	108
<b>Tableau 35:</b> Longueur totale du plus petit individu mâle-femelle mature (Lp) observée pour chaque région d'échantillonnage.....	113
<b>Tableau 36:</b> Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> de la région de Béjaïa.....	114
<b>Tableau 37:</b> Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> de la région de Jijel.....	114

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 38:</b> Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de <i>Merluccius merluccius</i> de la région de Annaba.....	114
<b>Tableau 39 :</b> Les estimations de paramètre de maturité du merlu ( <b>L50</b> ) de la région Est algérienne.....	116
<b>Tableau 40 :</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région de Béjaïa.....	117
<b>Tableau 41 :</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région de Jijel.....	118
<b>Tableau 42 :</b> Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de <i>Merluccius merluccius</i> mâles et femelles de la région de Annaba.....	118
<b>Tableau 43 :</b> Distribution des fréquences de taille de <i>M. merluccius</i> .....	136
<b>Tableau 44:</b> Groupes d'âges obtenus par la méthode de Bhattacharya (1961) et le View Vombit For Exelle.....	139
<b>Tableau 45:</b> Paramètres de l'équation de croissance linéaire de <b>Von Bertalanffy</b> de <i>M. merluccius</i> avec le Coefficient de détermination $\emptyset'$ correspondant.....	140
<b>Tableau 46:</b> Les paramètres de <b>Von Bertalanffy</b> ( <b>L<math>\infty</math>, K, to, <math>\emptyset'</math></b> ) obtenus par différents auteurs dans différentes zones géographiques pour les merlus a sexes combinés...	140
<b>Tableau 47:</b> La Clé âge-longueur obtenue pour tous sexes confondus des merlus, ainsi que les équations de régression correspondantes à la croissance linéaire chez <i>M. merluccius</i> de la Côte-Est algérienne.....	143
<b>Tableau 48:</b> Test d'allométrie taille-poids éviscéré de <i>M. merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	144
<b>Tableau 49:</b> Paramètres de la relation taille- poids éviscéré (g) chez <i>M. merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	144
<b>Tableau 50:</b> les relations taille-poids éviscéré correspondantes à chaque groupe d'âge chez le <i>Merluccius merluccius</i> de la côte-Est algérienne.....	145
<b>Tableau 51 :</b> Correspondance âge-poids de <i>Merluccius merluccius</i> de le côte-Est algérienne.....	146
<b>Tableau 52:</b> Taille par âge et accroissement annuel de <i>M. merluccius</i> combinés de la côte-Est algérienne .....	147
<b>Tableau 53:</b> Poids éviscéré et accroissements pondéraux annuels de <i>M. merluccius</i> combinés de la côte-Est algérienne.....	147

## *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau 54:</b> Tableau récapitulatif des résultats des coefficients de mortalité naturelle ( <b>M</b> ), par pêche ( <b>F</b> ) et totale ( <b>Z</b> ) de <i>M. merluccius</i> de la Cote-Est algérienne.....	148
<b>Tableau 55:</b> Périodes de reproduction de <i>Merluccius merluccius</i> dans divers secteurs de l'océan Atlantique et du bassin Méditerranéen.....	158
<b>Tableau 56 :</b> Comparaison des paramètres de croissance linéaire de <b>Von Bertalanffy</b> ( <b>L<math>\infty</math></b> , <b>K</b> , <b>t<sub>0</sub></b> ) obtenus dans différentes zones géographiques pour le merlu à sexes combinés.....	163
<b>Tableau 57:</b> La comparaison des résultats de la Clé âge- longueur Merlu par rapport à ceux trouvés dans différentes régions.....	165
<b>Tableau 58:</b> Mortalité ( <b>Z</b> , <b>M</b> , <b>F</b> ) estimées par d'autres auteurs dans différentes régions de la Méditerranée.....	167



---

---

## *Introduction*

---

---



### INTRODUCTION

La pêche dans les côtes algérienne est une activité pratiquée depuis longtemps par la population locale et constitue pour elle une source de revenu très importante. La production halieutique totale ne cesse d'augmenter, d'où l'intérêt des études d'évaluation des stocks existants notamment pour les poissons démersaux.

L'objectif de l'halieutique est l'optimisation de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques en particulier marines, dans le seul but d'assurer à l'homme le maintien au mieux le développement à long terme (**Collingon, 1991**). Pour l'utilisation rationnelle et optimale des ressources, il est nécessaire de collecter des données régulières et continues sur le plan biologique et dynamique, au moins pour les espèces à intérêt économique certain.

De nos jours, le genre *Merluccius* est l'un des groupes de poissons démersaux les plus exploités dans le monde, Ce genre appartient à la Classe des Actinoptérygiens, à l'Ordre des Gadiformes et à la famille des *Merlucidés*, il comprend douze espèces de merlu. Parmi ces espèces très importantes, le merlu européen *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758). Cette dernière est prisée par les pêcheurs et les professionnels de la pêche, ce qui la rend sujette à une éventuelle surexploitation.

Le merlu Européen (*Merluccius merluccius*) est largement étudié dans différents secteurs du Nord-Est de l'Atlantique (**Pérez & Periero, 1985 ; Pereiro & al., 1991 ; Sanchez & Gil, 2000 ; Alvarez, 2001, 2004 ; Castillo & al, 2004 ; Costa, 2013 ; ...**), ainsi que dans le Nord-Ouest de la Méditerranée (**Wheeler, 1968 ; Whithead & al., 1986 ; Abella & al., 1995, 2005; Bouaziz & al., 1998c; Recasens & al., 1998; Orsi –Relini & al., 2002; Fiorentino & al., 2003; Maynou & al., 2003, 2006; Goni & al., 2004; Bouzano & al., 2005 ; Guijarro & al., 2013 ; CGPM, 2013 ; FAO, 2013...**). Les études faites sur le côté Atlantique et à l'Ouest de la Méditerranée, bien qu'elles soient plus nombreuses, aucune étude sur la biologie de reproduction et la dynamique de *Merluccius merluccius* sur la **Côte-Est algérienne** n'avait été réalisée avant cette étude. De manière générale, la cinétique de l'ovogenèse n'a pas été détaillée pour cette espèce.

L'année 2014 est marquée par la mise en place d'un "*Plan pilote d'Aménagement et de Gestion des Pêcheries Algériennes (PAGPA)* ", pour l'identification des mesures de développement durable des pêcheries algériennes, selon les spécificités de développement local et en impliquant les différents acteurs concernés. Ce plan a pour objectifs de mettre en

place un système d'information géographique interactif et dynamique dans le but de protéger les ressources halieutiques et la gestion durable de ce milieu sans cesse menacées.

Le présent travail est une contribution à la connaissance de cette espèce dans la région Est algérienne spécialement dans le golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et dans le golfe de Annaba. Elle concerne la dynamique de sa croissance et sa mortalité, ainsi que la biologie de sa reproduction, dans le but de situer son niveau actuel d'exploitation et faire éventuellement ressortir des recommandations afin de mieux gérer cette ressource halieutique.

Dans cette étude, une synthèse des travaux a été exposée sur la dynamique de croissance, mortalités et la reproduction des poissons Téléostéens. En plus d'une présentation de la zone de pêche du littoral Est algérien, des données générales et de la présentation de l'espèce étudiée, nous nous proposons d'aborder successivement les points suivants :

Dans le premier point, nous abordons les traits essentiels à la reproduction de l'espèce en établissant le cycle sexuel, la période de reproduction, la taille à la première maturité sexuelle, le sex-ratio et le coefficient de condition. Enfin une étude histologique des gonades mâles et femelles est réalisée.

Le deuxième point est réservé à l'étude de la croissance linéaire et pondérale de *M.merluccius*; une détermination rapide des paramètres de croissance est effectuée à l'aide d'une analyse des structures de taille. Enfin, une partie de cette étude termine ce travail avec une estimation de quelques paramètres d'exploitation, comme les différentes mortalités.



---

---

*Synthèse bibliographique*

---

---





### I. BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION CHEZ LES POISSONS TELEOSTEENS

Avec plus de 28 000 espèces actuellement recensées, le groupe des poissons téléostéens représente la grande majorité des espèces de Vertébrés. Leurs mécanismes de détermination et différenciation du sexe sont particulièrement étudiés, car la maîtrise du sexe est un enjeu majeur en pisciculture. Par ailleurs, ce groupe de poissons présente une grande diversité de mode de reproduction (**Devlin & Nagahama, 2002**) qui peut être :

➤ **Le gonochorisme** : une espèce dont les individus se différencient directement en mâle ou femelle et garde ce même sexe tout au long de sa vie, c'est le gonochorisme direct. Mais certaines espèces gonochoriques vont d'abord présenter un stade d'intersexualité transitoire juvénile avant d'atteindre la maturité sexuelle, c'est le gonochorisme indirect, comme c'est le cas chez l'anguille qui développe d'abord une gonade intersexuée puis ensuite un ovaire ou un testicule, ou chez le poisson zèbre qui développe d'abord un ovaire juvénile puis un ovaire ou un testicule.

➤ **L'hermaphrodisme** : une espèce dont les individus présentant à la fois des tissus mâles et femelles fonctionnels à l'âge adulte, c'est l'hermaphrodisme synchrone. Il existe également des espèces dont les individus vont séquentiellement changer de sexe à l'âge adulte: hermaphrodisme protandre (mâle puis femelle, ex : Poisson-clown) ou protérogyne (femelle puis mâle, ex : les Mérous). Chez quelques espèces comme le Gobie, *Trimma okinawae*, les réversions sexuelles peuvent être multiples.

La connaissance fondamentale de la biologie de la reproduction d'une espèce est un facteur clé pour comprendre la dynamique de sa population et préciser sa stratégie vitale (**Bond, 1979**). La détermination du sexe et de la suite des changements du stade de maturité au cours de l'année est d'une très grande importance pour édifier une connaissance précise de la biologie générale d'un stock exploité.

Pour décrire la reproduction d'une espèce, fonction essentielle à son maintien, il faut connaître les caractères qui permettent de la définir :

- ❖ *L'âge et la taille de première maturité,*
- ❖ *Les modes de reproduction (ovuliparité, oviparité, viviparité...)*
- ❖ *La fécondation, Le nombre et la taille des œufs*
- ❖ *Les cinétiques de l'ovogenèse et de la spermatogenèse,*
- ❖ *La période et le lieu d'émission des gamètes*

l'âge optimum de première capture, l'estimation de la dimension d'un stock et son potentiel de renouvellement.

### 1. La gamétogenèse du poisson

*La gamétogenèse* est la différenciation des cellules germinales ou reproductrices « les gamètes ». La gamétogenèse prend le nom de *spermatogenèse* ou d'*ovogenèse*, selon le sexe. Elle se produit dans des organes spécialisés appelés « gonades » : gonade mâle: **testicule** gonade femelle: **ovaire**.

La gamétogenèse est l'ensemble des processus qui conduisent à la formation des gamètes haploïdes, ovules (ovocytes) ou spermatozoïdes à partir des gonies, ovogonies ou spermatogonies (diploïdes). La gamétogenèse comprend deux étapes distinctes :

- Une phase de multiplication mitotique des gonies ;
- Une phase de méiose (Alberts & al., 1986).

Les différentes étapes de la gamétogenèse sont régulées, en intensité et en durée, par des mécanismes complexes faisant intervenir des paramètres environnementaux et des facteurs internes.

L'extrême diversité des poissons se manifeste, en particulier, dans leurs modes de reproduction et de développement. La plupart des poissons sont à sexe unique mais 10 % environ des espèces sont hermaphrodites (Prolonge-Chevalier, 2007).

La différenciation des gamètes présente une certaine uniformité dans le règne animal. Ainsi on peut décrire des stades communs à la spermatogenèse et à l'ovogenèse de toute espèce :

**A. Phase de multiplication:** la gamétogenèse commence par une phase de multiplication pendant laquelle les cellules germinales diploïdes, spermatogonies et ovogonies, se divisent par mitoses et augmentent leur nombre.

**B. Phase d'accroissement:** les gonies cessent de se diviser par mitoses et prennent le nom d'auxocytes primaires: spermatocytes I et ovocytes I; leur volume augmente par accroissement du cytoplasme. Les auxocytes I entrent en prophase de la première division méiotique et répliquent leur ADN.

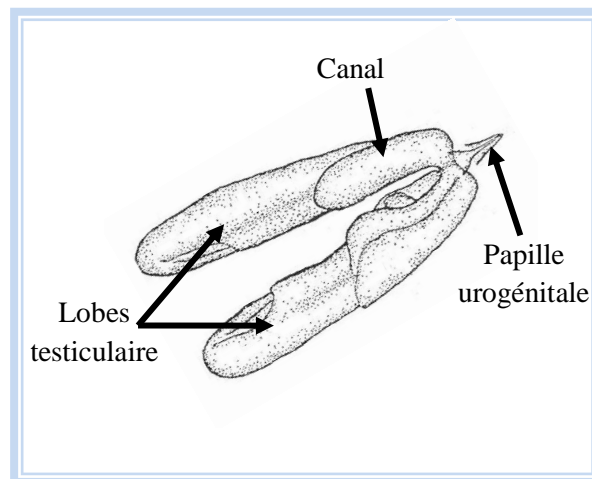
**C. Phase de maturation:** marquée par la méiose. Les auxocytes I deviennent haploïdes, auxocytes secondaires: spermatocytes II et ovocytes II, puis, après la 2ème division

de méiose, spermatozoïdes et ovules. Pendant cette phase se produit aussi une cyto-différenciation conduisant à l'anisogamie et résultant en la formation de gamètes fonctionnels mâle: spermatozoïde, et femelle: œuf.

### 1.1. Appareil reproducteur mâle

#### 1.1.1. Anatomie du testicule

Chez la plupart des Téléostéens, le testicule est un organe paire constitué de deux lobes (**Fig. 1**), partiellement fusionnés comme chez la perche (*Perca fluviatilis*) ou totalement fusionnés comme chez le guppy (*Poecilia reticulata*), généralement allongés, situé dorsalement dans la cavité générale et se prolongeant postérieurement par le canal déférent (**Billard, 1986; Pudney, 1995; Takashima & Hibiya, 1995**). L'aspect macroscopique du testicule, tels que la couleur, la morphologie et surtout la taille varient au cours du cycle de reproduction (**Vizziano & al., 2008**).



**Figure 01:** Appareil génital d'un poisson Téléostéen mâle (*Zosterisessor ophiocephalus*) en vue ventrale du testicule (modifié d'après **Patzner & al., 1994**).

#### 1.1.2. Organisation et structure fonctionnelle du testicule

D'après **Grier, 1993; Takashima & Hibiya, 1995; Patiño, 1995**, l'organisation de base du testicule est commune à tous les poissons et aux autres vertébrés. Il se compose de :

- **Cellules germinales** : qui produisent les gamètes.
- **Cellules somatiques** : composées de cellules de Sertoli et les cellules de Leydig, qui jouent un rôle nutritif et de régulation dans le développement des cellules germinales.

L'organisation de base du testicule est commune à tous les vertébrés et consiste en un compartiment germinal, qui produiront des gamètes, séparé par une membrane basale du compartiment interstitiel, où l'on trouve le plus souvent les cellules stéroïdogènes de Leydig et les cellules de Sertoli, les capillaires sanguins, des fibroblastes et des macrophages ainsi que des cellules neurales, qui ont un rôle nutritif et de régulation dans le développement des cellules germinales (**Grier, 1993; Takashima et Hibiya, 1995**). Des cellules périvitubulaires de type myoïde forment une couche cellulaire parfois incomplète à la surface externe du compartiment germinal.

**Les cellules germinales** comprennent plusieurs types cellulaires à savoir :

- *Les cellules germinales primordiales ; Les spermatogonies*
- *Les spermatocytes I ; Les spermatocytes II ; Les spermatides ;*
  - *Les Spermatozoïdes.*

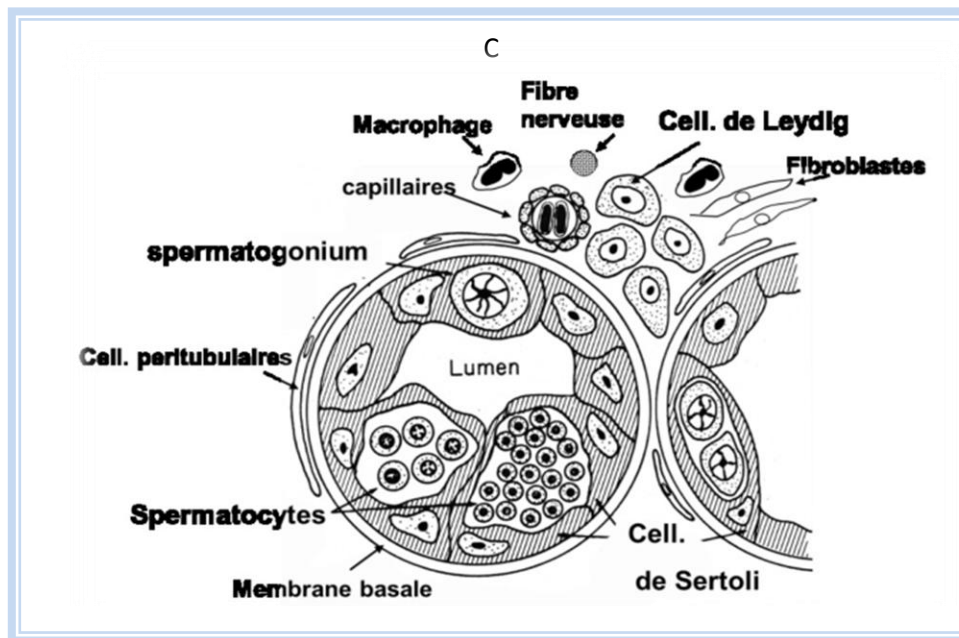
Les cellules germinales n'évoluent pas seules, elles sont toujours en contact avec des cellules somatiques de soutien appelées cellules de Sertoli (**Billard & al., 1972**).

La spermatogenèse est la succession des divisions cellulaires et des transformations, au sein du testicule (**Fig. 2**), d'une cellule germinale peu différenciée, la spermatogonie en une cellule germinale fonctionnelle, le spermatozoïde (**Barnabé, 1991**). D'après **Billard & al., (1982), Billard (1986), Grier (1993) et Jalabert & al., (2000)**, cette organisation

- *Un compartiment germinale* : qui regroupe les cellules germinales et les cellules de Sertoli.
- *Un compartiment interstitiel (stroma)*: séparant par une membrane basale chaque lobule ou tubule, à l'intérieur duquel se situent les cellules de Leydig, aussi des capillaires sanguins, des fibroblastes, des macrophages et des fibres nerveuses.

La structure testiculaire apparaît plus diversifiée chez les téléostéens que chez tous les autres groupes de vertébrés. D'après **De Vlaming (1983); Billard (1982) et Billard (1986)**, généralement deux types de structures testiculaires, peuvent être identifiés selon le mode de spermatogenèse basées sur la présence ou l'absence de lumière :

- *Type lobulaire* : possédant une lumière centrale.
- *Type tubulaire* : dépourvu de la lumière centrale.



**Figure 2:** Coupe transversale d'un lobule. Les cellules de Sertoli et des cellules germinales au même stade de développement constituent des cystes clos (d'après **Billard & al., 1982**).

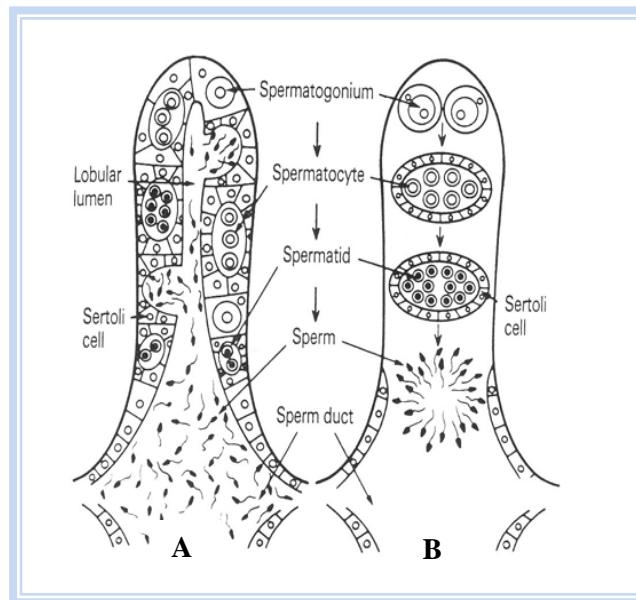
Le type lobulaire est le plus répandu chez les téléostéens est dénommé ainsi car les entités séminifères ont un diamètre variable et présente un aspect lobé en histologie (**Legendre & Jalabert, 1988**). Dans cette classification les types « lobulaires » et « tubulaires » correspondent respectivement à une organisation des cystes de types « non structuré » et « structuré » (**Fig. 3**) (**Takashima & Hibiya, 1995**).

Les lobules se terminent en cul de sac sous la surface du testicule (**Mellinger, 2002**) et se déversent dans un canal principal longitudinal (**Grier, 1993**) souvent appelé canal déférent (**Groman, 1982; Billard, 1990**) voire spermiducte (**Legendre et Jalabert, 1988; Mellinger, 2002**). Ce canal axial est entouré de lobules radiaires, dans lesquels la lumière apparaît progressivement (**Mellinger, 2002**). Au cours de la maturation, les lobules s'allongent et leur diamètre augmente. L'élongation est occasionnée par la multiplication des spermatogonies A et les cellules de Sertoli à l'extrémité distale du lobule (**Grier & Lo Nostro, 2000**). Dans le type tubulaire il existe au centre du testicule une large cavité où les spermatozoïdes sont stockés et forment des spermatozeugmes.

Selon (**Legendre et Jalabert, 1988 ; Grier, 1983 et Grier, 1993**), Le type lobulaire lui même est divisé en deux types suivant le mode de spermatogenèse. Se surimposant à

l'arrangement en cystes de l'épithélium, deux grands types d'organisation spatiotemporelle du compartiment germinal sont observés:

- *Type à spermatogenèse restreinte.*
- *Type à spermatogenèse non restreinte.*



**Figure 3:** Schéma d'un lobule de type non structuré (A) et d'un lobule structuré (B) ou tubule (Takashima et Hibiya, 1995).

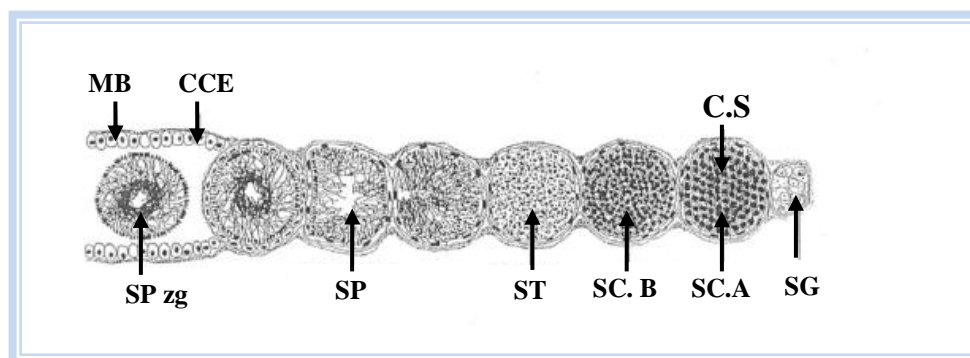
**Le type restreint** est une forme d'arrangement retrouvé chez les téléostéens d'ordres supérieurs tels que les Béloniformes (ex : médaka) (Parenti et Grier, 2004). Dans ce type, la localisation des cellules germinales primordiales ou *spermatogonies A (SPA) sont restreintes à l'extrémité aveugle des lobules*. Durant la spermatogenèse, les spermatoocytes, formés après division et différenciation des gonies, migrent le long du lobule, qui ne possède pas de lumière, vers les canaux excrétoires du testicule au fur et à mesure de la différenciation germinale (Grier, 1993). Les spermatozoïdes sont alors libérés dans des canaux efférents qui se réunissent ensuite en un canal principal (Fig. 4). Les canaux efférents sont constitués des cellules de Sertoli en forme de colonne présentant les traits caractéristiques d'activités de sécrétion et de phagocytose (Manni et Rasotto, 1997).

**Le type à spermatogenèse non restreinte**, ainsi dénommé car *les spermatogonies A sont réparties tout au long des lobules séminifères*, est le plus répandu (Legendre et Jalabert, 1988). Ce type présente un réseau de tubules, souvent connectés entre eux ou ouverts à chaque extrémité sur les canaux excrétoires. A l'intérieur des lobules, la migration

des cystes de spermatogonies B (SGB), spermatocytes I et II (SPC I et SPC II) et spermatides (SPD) se fait de façon centripète vers la lumière centrale (**Billard, 1990**). Les spermatozoïdes produits sont libérés dans cette lumière qui est en communication avec le canal déférent. **Grier (1993)** affirme qu'il n'existe pas de canal efférent dans ce type d'organisation mais **Billard (1986, 1990)** en rapporte l'existence chez la truite et **Manni & Rasotto (1997)** chez *Opisthognathus whitehurstii*. **Billard (1986,1990)** nomme simplement « lobulaire » les testicules à spermatogenèse non restreinte et tubulaire le type à spermatogenèse restreinte.

Les testicules des téléostéens sont habituellement composées de tubules un peu particuliers, servent à la fois à produire des spermatozoïdes et à les stocker en attendant l'éjaculation (**Mellinger, 2002**). Le type tubulaire été renommé tubulaire anastomosé (**Grier, 1993**). Ces derniers sont présents chez les téléostéens primitifs (ordre des Elopiformes, Clupeiformes, Cypriniformes, Characiformes, Siluriformes, Salmoniformes et Esociformes) alors que les testicules lobulaires se rencontrent chez les néotéléostéens, en particulier les Perciformes (**Parenti & Grier, 2004**).

Au fil de la maturation, les cystes, dont la taille s'accroît considérablement, contiennent successivement des nombres croissants de spermatogonies, spermatocytes, spermatides et enfin s'ouvrent pour libérer des spermatides tardives ou les spermatozoïdes dans la lumière du tubule (**Fig. 4**).



**Figure 4:** Tubule testiculaire chez le Poecilidé *Xiphophorus maculatus*. Les cystes progressent de la droite vers la gauche, depuis les cystes à spermatogonies aux cystes à spermatozoïdes (**Kinnberg & al., 2000**).

**SG:** Spermatogonies; **SC.A:** Spermatocytes primaires; **SC.B:** Spermatocytes secondaires; **ST:** Spermatides; **SP:** Spermatozoïdes; **SP zg:** Spermatozeugmes; **C.S:** Cellule de Sertoli; **MB :** Membrane basale; **CCE :** Cellules de canal efférent.

Le cycle reproducteur comprend deux évènements majeurs, la spermatogénèse et la spermiation qui apparaissent très distincts vis à vis de plusieurs paramètres. Ils diffèrent quant à leur durée (le premier étant plus bref que le second), aux saisons auxquelles ils prennent place, à leur déterminisme endocrinien et aux facteurs du milieu responsables (Prolonge-Chevalier, 2007).

### 1.1.3. La Spermatogénèse

Notre connaissance de la spermatogénèse chez les poissons est limitée à quelques espèces seulement, étudiées soit en tant que modèles pour la recherche fondamentale soit pour répondre à des besoins de l'aquaculture (poisson zèbre, médaka, guppy, saumon, truite, tilapia, anguille, poisson-chat, morue, flétan).

Chez les téléostéens durant toute méiose et transformation des spermatides en spermatozoïdes (spermatogénèse), les spermatogonies primaire et secondaires, puis les spermatides, sont enveloppés dans des cellules de Sertoli et donnent naissance à un faisceau isogène de spermatozoïdes, c'est-à-dire à un groupe de gamètes issus à partir des cellules indifférenciées « gonie », elle-même issues des cellules germinales primordiales de l'embryon par division mitotique, où la spermatogénèse est synchrone (Fostier & al., 1983 ; Legendre & Jalabert, 1988; Jalabert, 2000; Mellinger, 2002).

- *Le déroulement de la spermatogénèse*

La fonction gamétogénèse ou spermatogénèse est un processus long et complexe qui aboutit à la production d'un très grand nombre de gamètes, les spermatozoïdes, aptes à féconder un ovule. Chez toutes les espèces, la spermatogénèse se déroule en trois temps:

1. Une première phase de multiplication des spermatogonies par des divisions cellulaires mitotiques,
2. Une phase de divisions méiotiques qui transforment les cellules diploïdes en cellules haploïdes
3. Une phase de modifications morphologiques, appelée spermiogénèse, qui transforme une spermatide ronde en un spermatozoïde porteur d'un flagelle.

La plupart des téléostéens présentent un rythme annuel de reproduction, parfois très marqué chez les espèces des zones tempérées à froides. Ainsi, certaines espèces constituent



des modèles d'intérêt pour des études portant sur les régulations endocrines de la gamétogenèse, car on peut s'adresser à des stades précis de maturation de la gonade et avoir accès à des populations de cellules germinales synchrones et représentatives d'un stade de différenciation.

En plus, la spermatogenèse comprend deux étapes, spermatogenèse proprement dite et spermiogenèse. Les multiplications par mitose puis par méiose des spermatogonies et de la spermiogenèse se déroulent à l'intérieur même d'une enveloppe formée par les extensions de cellules de Sertoli.

D'après **Hoar (1969)**, **Billard & al.,(1982)**, **Nagahama (1983)**, **Pudney (1995)**, **Jalabert (2000)**, **Mellinger (2002)**, **Dziewulska & Domagala (2003)**, la spermatogénèse (**Fig. 5**), comprend les étapes suivant :

- Les spermatogonies A (SGA) sont accolées à une ou plusieurs cellules de Sertoli (**Grier & al. 1980**) et réparties tout au long des lobules séminifères. Les spermatogonies A donnent les spermatogonies B (SGB) groupées par deux puis par quatre, ce qui donne naissance à un cyste (**Pudney, 1995 ; Dziewulska & Domagala, 2005**).
- Les SGB à leurs tours subissent une série de divisions mitotiques donnant naissance aux spermatocytes primaires (SPC I) (**Pudney, 1995**).
- Suite à la divisions méiotiques (méiose I ou divisions réductionnelle), les spermatocytes I donnent naissance aux spermatocytes II (SPCII) (**Dziewulska & Domagala, 2006**).
- Les spermatides (SPD) seront le résultat de la deuxième division par méiose des spermatocytes II (**Nagahama, 1983 ; Dziewulska & Domagala, 2002**).
- Les SPD doivent entrer dans une phase de transformations biochimiques et morphologiques, nommée spermiogenèse. Suit à l'élimination du cytoplasme, l'acquisition du flagelle et condensation de la chromatine, les SPD conduisent à la formation d'une cellule germinale hautement différenciée, le spermatozoïde (**Billard, 1979 ; Nagahama, 1986**).

- La différenciation des spermatozoides s'effectue entièrement à l'intérieur des cystes, délimités par une couche de cellules somatiques (cellules de Sertoli) (Grier, 1981 ; Billard & al., 1982).
- Les spermatozoides seront ensuite libérés dans cette lumière qui est le canal déférent du testicule, une étape qui présente la spermiation, qui est généralement accompagnée par une hydratation des gonades et du sperme.
- En théorie, le produit final est 16 spermatozoides formés à partir d'une seule spermatogonie.

les spermatogonies sont des cellules qui se présentent en permanence dans la gonade (Raizada, 1975; Pudney, 1995; Lo Nostro & al., 2003), c'est d'ailleurs le seul type de cellule germinale constamment présent, les autres n'étant que transitoires (Raizada, 1975; Billard, (1979, 1986)). Elles constituent un réservoir pour le cycle sexuel suivant (Pudney, 1995; Sokolowska & Kulczykowska, 2006).

La spermatogenèse est qualifiée de « Cystique » lorsqu'elle se déroule entièrement à l'intérieur des cystes et de « Semi-Cystique » lorsque ceux-ci s'ouvrent avant la formation des spermatozoides (Mattei & al., 1993). Dans ce cas des cellules germinales à différents stades de maturation peuvent être présents dans la lumière de lobules où se termine la différenciation (Manni & Rosotto, 1997; Yoneda & al., 2001).

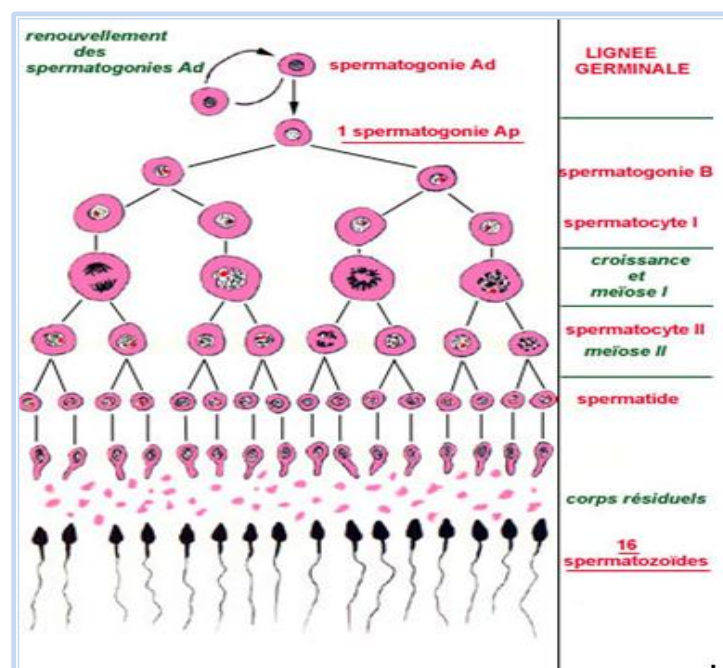


Figure 5: Représentation des grandes étapes de la spermatogenèse.

### 1.1.4. La Spermiation

C'est le détachement complet du gamète et son arrivée dans la lumière du tube séminifère. A la fin de la spermiogenèse la paroi Sertolienne des cystes devenue de plus en plus mince s'ouvre et les spermatozoïdes sont libérés dans la lumière du lobule, c'est la spermiation (Pudney,1995 ; Schulz & al., 2005).

Les spermatozoïdes se concentrent dans la lumière des lobules séminifères d'où ils gagnent les systèmes évacuateurs. Pour (Billard, 1990 ; Billard & al, 1992) la spermiation correspond à l'émission de sperme au niveau de l'orifice urogénital après pression abdominale. Elle est généralement accompagnée d'une hydratation des gonades et du sperme. Lors de l'émission du sperme (éjaculation), les spermatozoïdes sont libres dans le plasma séminal chez les espèces à fécondation externe, pendant qu'elles sont groupés en spérmatophores ou en spermatozeugmes chez les espèces à fécondité interne (Legendre & Jalabert, 1988).

La période de spermiation peut se poursuivre plusieurs mois mais la qualité du sperme diminue fortement dans le temps du fait de phénomènes de vieillissement des spermatozoïdes (Billard, 1979).

### 1.1.5. Les cellules somatiques

Les cellules somatiques qui participent à la spermatogenèse sont principalement :

- *Les cellules de Sertoli* : présentes dans les lobules ou tubule.
- *Les cellules de Leydig* : présentes dans le compartiment interstitiel,
- *Les cellules Myoïdes.*

- *Les cellules de Sertoli*

Pendant la période de repos sexuel, les cellules de Sertoli entourent complètement les cellules germinale et les seules cellules germinales présentes sont les spermatogonies souches, aussi appelées spermatogonies A. Lors de la reprise de la spermatogenèse, les spermatogonies isolées sont séparées les une des autres par les cellules de Sertoli et constituent le point de départ des cystes dans lesquels vont se dérouler la spermatogenèse (Miura, 1999; Lo Nostro & al., 2003; Valente, 2008).

Les cellules de Sertoli sont localisées initialement autour des spermatogonies A. Ces cellules restent en contact avec la lame basale (Prisco & al., 2002) qui sépare, dans le

testicule, le compartiment germinal du tissu interstitiel (**Grier, 1993**). Ce sont les seules cellules présentes dans les cystes hormis les cellules germinales (**Nagahama, 1986**). Elles peuvent être identifiées par leur contour anguleux et leur noyau irrégulier (**Groman, 1982**).

Les cellules de Sertoli contribuent également à la formation des canaux efférents chez les espèces à spermatogenèse restreinte (**Grier & al., 1980**) et des canaux déférents pour les espèces dont la spermatogenèse est non restreinte (**Russo & al., 2000**).

Les cellules de Sertoli accomplissent plusieurs rôles :

- La structure, compartimentation et intervienne dans la réception d'androgène
- Barrière hémato testiculaire et sécrétion du fluide des tubes séminifères.
- Facteurs de croissance, de nutrition et de régulation pour les cellules germinales.
- En plus de la résorption des cellules en dégénérescence en particulier des spermatozoïdes non émis. Elles contrôlent aussi les corps résiduels libérés par les spermatides au cours de la spermiogenèse.

Après l'ouverture des cystes les cellules de Sertoli dégénèrent (**Pudney, 1995; Prisco & al., 2002; Fishelson, 2003**). Elles sont ensuite soit détruites par des macrophages soit elles se régénèrent pour le cycle de reproduction suivant (**Fishelson, 2003 ; Schulz & al., 2010**). Chez *Synbranchus marmoratus*, **Lo Nostro & al. (2003)**, indiquent que ces cellules persistent après la spermiation et entre les cycles de reproduction. Après spermiation il est probable qu'elles continuent leur activité de phagocytose dans la lumière des spermatocytes sous forme de cellules rondes (**Prisco & al., 2002**).

- ***Les cellules de leydig***

L'une des composantes majeures de l'épithélium interstitiel des téléostéens (**Pudney, 1996**). Ce compartiment est cependant constitué de diverses autres cellules qui forment une enveloppe discontinue à la périphérie des lobules ou des tubules.

Elles se trouvent proches des vaisseaux sanguins (**Rutaisire & al., 2003**) ou en contact avec la membrane basale des lobules (**Grier & al., 1980**). Situées à l'extérieur des lobules, dans le tissu interstitiel qui contient également des vaisseaux sanguins, des fibroblastes, des cellules myoïdes, des macrophages et des fibres conjonctives (**Fishelson, 2003; Rutaisire & al., 2006**). Elles sont seules ou en petits groupes dans l'espace inter-lobulaire (**Fishelson, 2003**).

Les cellules de Leydig sont organisées en îlots, particulièrement lors des stades de maturité peu évolués (repos sexuel, début de la spermatogenèse), alors que dans des stades plus avancés, marqués par l'apparition des spermatides, elles tendent à se disperser (**Weltzien & al., 2002**). Ces cellules endocrines sont à l'origine de la sécrétion de stéroïdes (androgène, testostérone, progestérone) (**Van Den hurk & al., 1987; Nagahama, (1983, 1994); Pundey, 1996**). Ces dernières ne sont pas toutes présentes avec la même abondance chez les différentes espèces de téléostéens, elles diffèrent également par leur teneur en lipides (**Grier, 1993**). Leur quantité et leur aspect varie aussi selon la saison et le stade de maturité sexuelle, en particulier à la période de spermiation (**Prisco & al.2002**).

- **Les cellules Myoïdes**

Adjacentes aux cellules leydig, ressemblent à des myofibroblastes (**Cauty & Loir, 1995**). Forment une couche épithéliale discontinue plaquée à la membrane basale des lobules ou séparées d'elle par des fibres de collagène (**Manni & Rasotto, 1997**) et assurant l'expulsion des spermatozoïdes du lobule ou du tubule vers le canal efférent (**Grier & al., 1989; Cauty et Loir, 1995; Mellinger, 2002**).

### 1.1.6. Régulation de la spermatogenèse

Trois classes de stéroïdes sexuels "les œstrogènes, les androgènes et les progestagènes" sont principalement produites par les gonades mâles. Ces derniers sont d'importants régulateurs dans le processus de spermatogenèse, depuis l'auto-renouveaulement des spermatogonies souches jusqu'à la fin de la spermatogenèse.

Chez les Téléostéens, la spermatogenèse se déroule en présence de niveaux élevés d'androgènes. Les estrogènes sont produits à partir des androgènes par l'aromatase, enzyme qui est exprimée dans toutes les cellules testiculaires (somatiques et germinales) excepté les cellules péri-tubulaires (**Carreau & al., 2012**). Les progestagènes sont reconnus pour être des stéroïdes importants dans la reproduction des Vertébrés.

Les Hormones et Stéroïdes sexuels accomplissent plusieurs rôles :

- La FSH stimule la prolifération des cellules de Sertoli et le maintient de la spermatogenèse.
- Elle avance et induit la spermiation chez les salmonidés et les cyprinidés (**Ueda & al., 1985**) ;
- Augmente la production de sperme (**Bynes & al., 1985**);

- Stimule la motilité des spermatozoïdes (Miura & al., 1991) ;
- la DHP a aussi été impliquée dans les premiers stades de la spermatogénèse. Chez l'anguille japonaise, la DHP est essentielle pour induire la méiose (Miura & al., 2006).
- Empêche la prolifération et la différenciation des spermatogonies (Miura & al., 2002) et inhibe la production de stéroïdes induite par FSH (Skaar & al., 2011).

### 1.1.7. Stades de maturité testiculaire

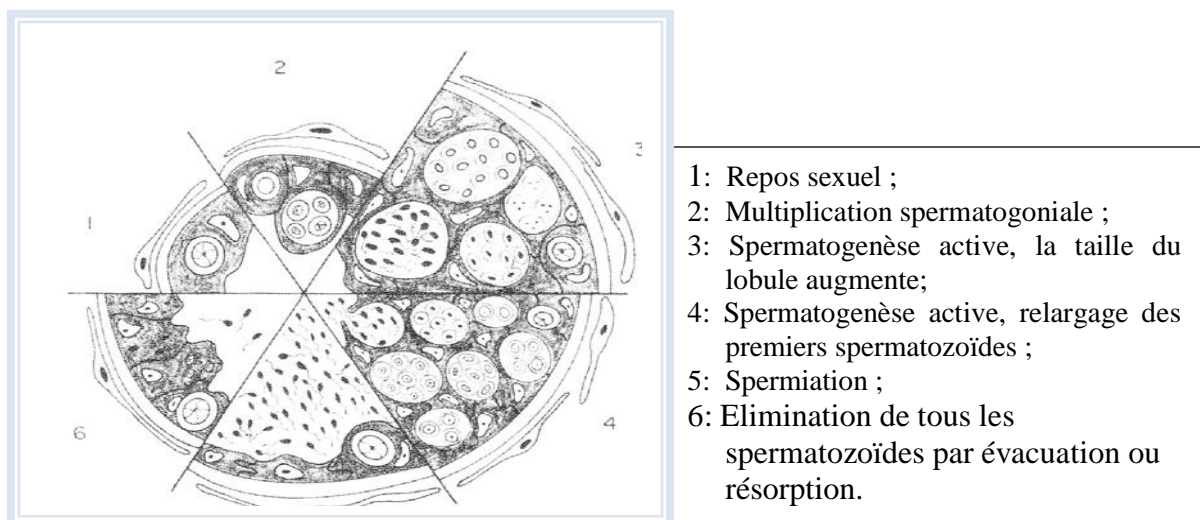
La détermination du niveau de maturité sexuelle chez les poissons mâles est généralement appréhendée par l'aspect macroscopique du testicule et par son observation histologique (Fig. 6). Aussi sur un ensemble de critères morphologiques (taille de la gonade, lumière lobulaire), la spermiation ou encore la résorption des spermatozoïdes non émis.

Selon les auteurs, les stades de développement testiculaire sont très variables, en termes de description et de stades définis :

➤ *Maturité testiculaire identifiée à 4 Stades* : Ex : la Sardinelle des côtes algériennes (Bouaziz, 2007)

➤ *Maturité testiculaire identifiée à 5 Stades*: Ex : *Hippoglossus hippoglossus* (Weltzein & al., 2002).

➤ *Maturité testiculaire identifiée à 6 Stades*: Ex : *Liza ramada* (Risso, 1826) (El-Halfawy & al., 2007)

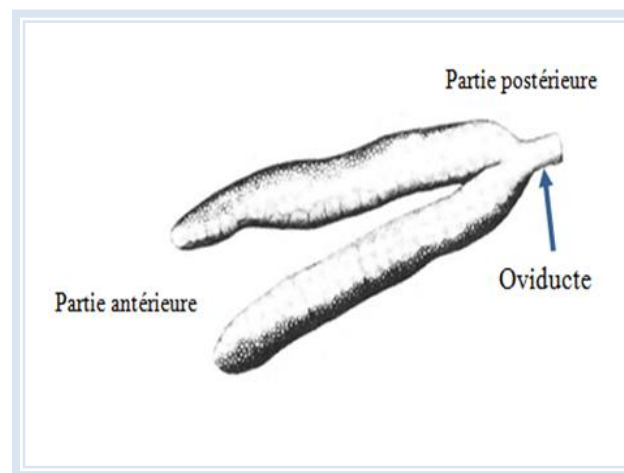


**Figure 6:** Coupe transversale représentant le cycle de la spermatogénèse chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) dans un testicule de type « lobulaire » (Billard, 1986).

## 1.2. Appareil reproducteur femelle

### 1.2.1. Anatomie générale de l'ovaire

L'organe génital chez les femelles est composé de l'ovaire et de canaux permettant l'évacuation des ovules chez les espèces ovovivipares (ou des larves chez les espèces vivipares). Selon les espèces et le stade ontogénique (juvénile, adulte), la gonade peut être paire ou simple. Au stade juvénile la gonade est paire mais une partie peut dégénérer ou bien les deux parties peuvent fusionner (Dodd, 1983; Dodd et Stumper, 1984; Callard & al., 1989; Hamlett et Koob, 1999).



**Figure 7:** Vue générale d'un ovaire de Téléostéens (Syngnathidé) (Begovac et Wallace, 1987).

L'ovaire est suspendu dorsalement dans la cavité péritonéale et attaché à la vessie natatoire par le mésovarium (Fig. 7). Un oviducte reliant l'ovaire à la papille génitale est présent chez la majorité des téléostéens, mais dégénère secondairement chez certaines espèces comme les Salmonidés, où lors de l'ovulation les ovules sont libérés dans la cavité cœlomique. Chez certaines espèces, l'oviducte dégénère en partie et les œufs sont libérés dans la cavité générale puis évacués par des pores (Hoar, 1969).

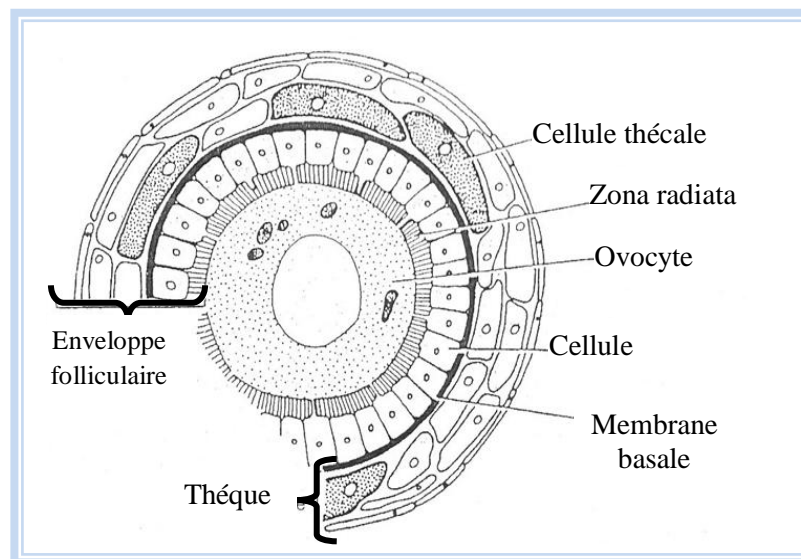
### 1.2.2. Organisation générale de l'ovaire

L'ovogenèse est le processus aboutissant à la production des ovocytes puis des ovules, gamètes ou cellules reproductrices de la femelle à n chromosomes. L'ovogenèse se déroule dans l'ovaire et comprend deux fonctions étroitement liées :

- **La gamétogenèse** : fonction exocrine correspondant à la production des ovocytes.
- **La folliculogénèse** : fonction endocrine correspondant à la production d'hormones.

Tous les types cellulaires de l'ovogénèse sont présents au cours du développement de la gonade. L'ovogénèse est, pour **Selman & Wallace, (1989)**, la transformation de l'ovogonie en ovocyte. Ce processus regroupe toutes les transformations subies par la cellule germinale primordiale pour devenir un ovocyte prêt à être fécondé. L'ovocyte est, pour **Selman & Wallace, 1989 ; Mellinger, 2002; Patiño & Sullivan, 2002**. Ces ovocytes sont entourés par des cellules somatiques qui se différencient en plusieurs couches formant l'enveloppe folliculaire, engendrée de l'extérieur vers l'intérieur du :

- Un épithélium ovarien ;
- La thèque constituée de plusieurs couches cellulaires ;
- La granulosa séparée par la thèque par une membrane basale ;
- La zona radiata.



**Figure 8:** Follicule ovarien composé d'un ovocyte I et de l'enveloppe folliculaire (Zona radiata, cellules folliculaires, membrane basale et thèque) (**Bruslé & Quignard, 2004**).

Cet ensemble, appelé **follicule ovarien**, se développe au cours de la maturation (**Fig. 8**), constituant l'unité morphologique et fonctionnelle de l'ovaire (**Takashima & Hibiya, 1995**). La fonction endocrine de l'ovaire est assurée par les cellules thécales qui produisent des hormones oestrogènes (**Hoar & Nagahama, 1978**).

Chez les téléostéens, selon les auteurs, il existe :

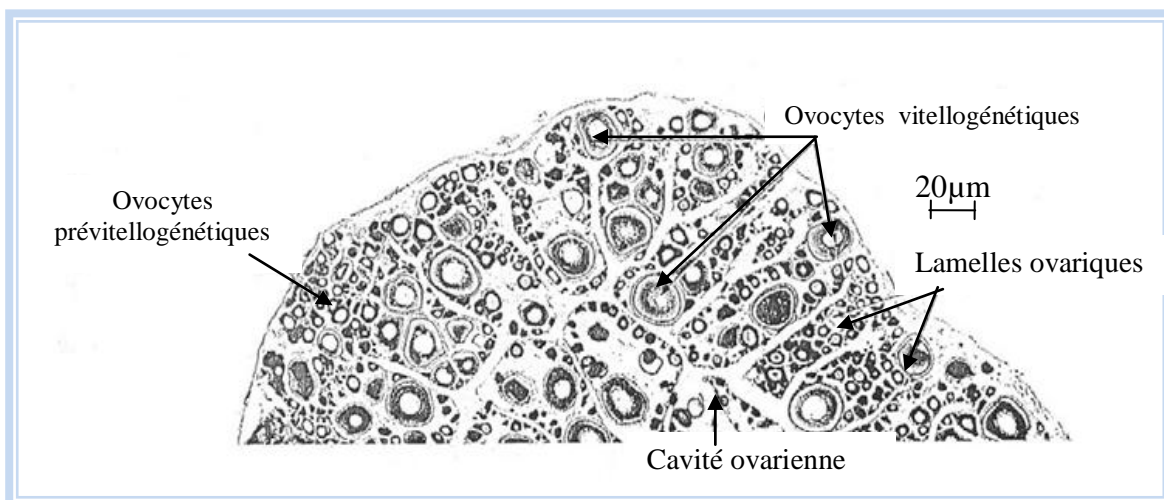


- Un type d'ovaires cystovarien (Hoar, 1969)
- Deux types d'ovaire: cystovarien et gymnovarien (Dodd & Stumper, 1984).

Dans le type cystovarien l'ovaire présente une lumière où a lieu l'ovulation. Cette lumière communique directement avec l'oviducte, qui est souvent unique, et non pair, chez beaucoup de téléostéens, alors que dans le type gymnovarien l'ovaire est dépourvu de lumière et l'ovulation a lieu directement dans la cavité cœlomique (Hoar, 1969; Harder, 1975).

Les ovaires de type cystovarien sont organisés en lamelles ovariques, disposées radialement vers la lumière de l'ovaire, dans laquelle seront évacués les ovocytes mûrs pendant l'ovulation (Fig. 9) (Hoar, 1969; Bruslé & Quignard, 2004).

Les ovaires sont recouverts par la tunica albuginea qui émet des projections vers l'intérieur de l'organe formant des lamelles ovogères dans lesquelles se développent les ovocytes. Chez les téléostéens, contrairement à ce que l'on observe chez les vertébrés supérieurs, l'ovaire contient un stock d'ovogonies indifférenciées qui semble pouvoir être renouvelé par division mitotique tout le long de la vie (Hoar, 1969 ; De Vlaming, 1983 ; Dodd, 1983, Wallas & Selman, 1981).



**Figure 9:** Section d'une coupe transversale avec la présence d'ovocytes prévitellogénétiques et vitellogénétiques (Bruslé & Quignard, 2004).

### 1.2.3. Le déroulement de l'ovogenèse

L'**ovogenèse** est le processus biologique et cellulaire qui aboutit à la formation d'ovocytes matures. Selon **Dodd, 1983**, la discrimination des différents types de cellules sexuelles de l'ovogenèse est principalement basée sur :

- Des critères morphologiques ;
- La progression de la vitellogénèse ;
- Le développement de l'enveloppe folliculaire.

L'évolution cellulaire de la lignée germinale qui s'effectue à l'intérieur des follicules ovariens comporte trois phases :

- La phase de multiplication ;
- La phase de maturation nucléaire ;
- Une phase de maturation cytoplasmique.

La phase de multiplication concernant les **ovogonies**, cellules souches diploïdes, et est caractérisée par une succession de mitoses, qui aboutissent à la production d'ovocytes primaires, diploïdes eux aussi.

La phase de maturation nucléaire concerne les **ovocytes**, et elle comporte théoriquement les deux divisions méiotiques :

- la 1ère division, réductionnelle, devrait en principe fournir à partir des ovocytes primaires diploïdes des ovocytes secondaires haploïdes;
- la 2ème, équationnelle, devrait fournir des ovotides, haploïdes également.

En fin, une phase de multiplication au cours de laquelle l'ovocyte stocke des réserves vitellines, glyco- et lipoprotéiques, qui assurent la domination des stades ovocytaires.

### 1.2.4. La croissance ovocyttaire « Ovogenèse » et le développement folliculaire

Au cours de l'ovogenèse, différents types cellulaires peuvent être présentes:

- Les cellules germinales primordiales ;
- Les ovogonies ; Les ovocytes immatures ;
- Les ovocytes en début de vitellogénèse ;

- Les ovocytes en fin de vitellogenèse ou ovocytes hyalins.
- A la fin de la période de reproduction sont également présents des ovocytes non émis, en dégénérescence, désignés ovocytes atrétiques.

### *a. La croissance ovocytaire*

La croissance ovocytaire peut être décomposée de façon schématique en deux phases (Billard, 1979 ; Mellinger, 2002) :

- Une phase de prévitellogenèse, parfois dénommée « vitellogénèse endogène » qui consiste essentiellement, semble-t-il, en la mise en place de la machinerie métabolique indispensable à la croissance ultérieure de cette cellule géante : organites cellulaires, acides nucléiques.
- La vitellogenèse proprement dite (accumulation des réserves vitellines ou vitellus) dénommée parfois « vitellogenèse exogène » car elle est caractérisée par l'incorporation de vitellogénine, grosse molécule lipoprotéique synthétisée par le foie, circulant dans le sang et pénétrant dans l'ovocyte par micropinocytose.

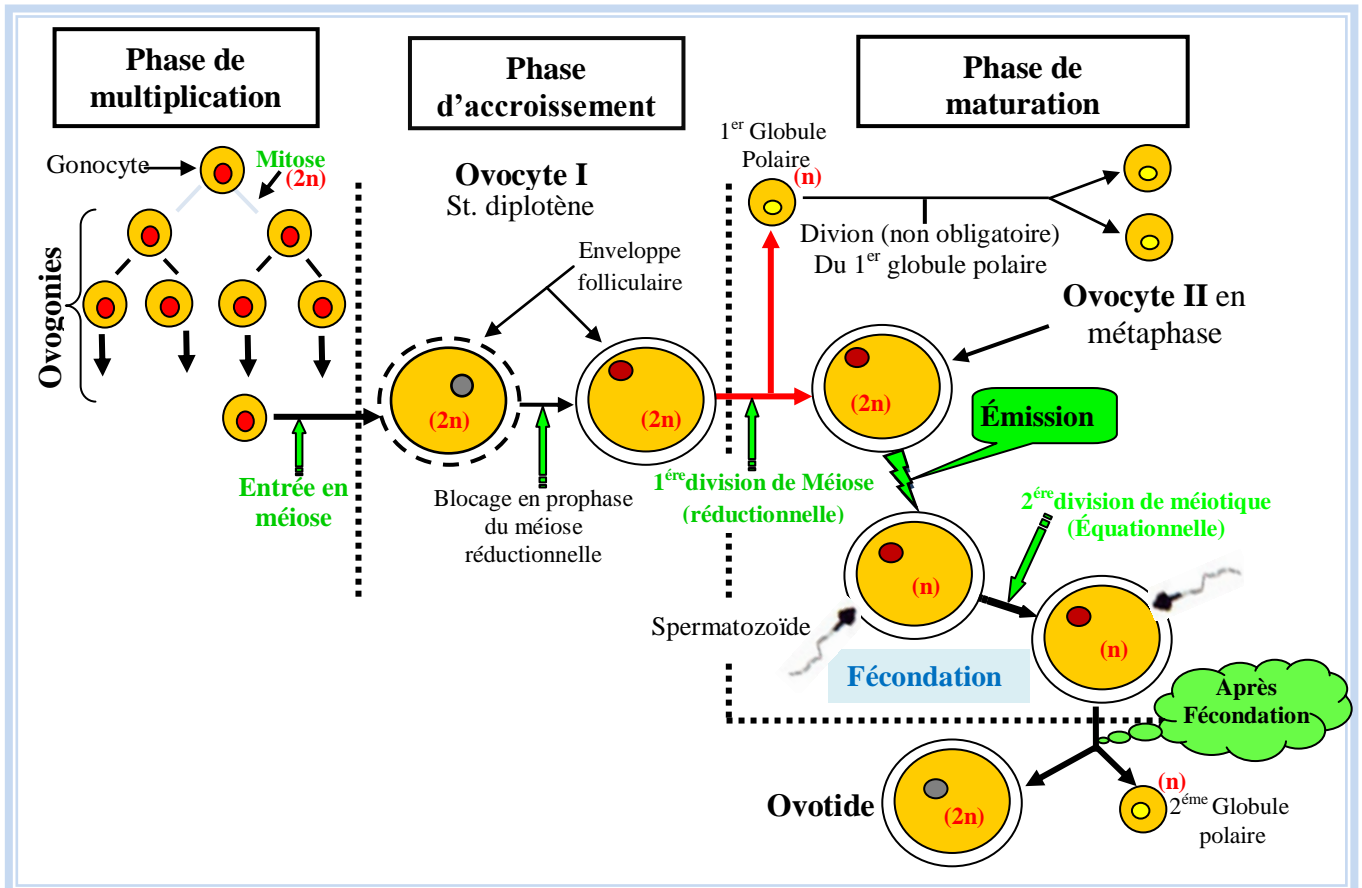
L'évolution des follicules ovariens au cours de l'ovogenèse est décrite comme suite:

- Les premiers follicules sont constitués de cellules germinales primordiales « gonocytes ». Ces cellules vont se diviser par mitose et générer des ovogonies diploïdes. Les ovogonies se multiplient (mitose) pour maintenir leur stock dans l'épithélium germinale (Grier, 2000 ; McMillan, 2007).
- Des ovocytes primaires diploïdes vont être générés par division mitotique des ovogonies (Patiño & Sullivan, 2002; Ravaglia & Maggese, 2003). Avant la formation de l'ovocyte secondaire, les cellules vont rester bloquées en prophase méiotique (Wallace & Selman, 1981; Nagahama, 1983; Patiño & Sullivan, 2002). Ils subissent alors une phase d'accroissement cytoplasmique et de différenciation sans division (Wallace & Selman, 1990).
- L'enveloppe folliculaire est constituée au cours de cette phase d'arrêt, qui dure jusqu'à la fin de la vitellogenèse.
- Des ovocytes secondaires vont être formés suite à la division méiotique réductionnelle

des ovocytes primaires avec émission du premier globule polaire (**Grandi & Colombo, 1997**). Ces dernières s'éloignent de la lumière ovarienne (**Grier, 2000**).

- l'ovocyte entouré de l'enveloppe folliculaire, augmente en volume, d'abord par croissance cytoplasmique, puis par l'accumulation des grains de vitellus lors du processus de la vitellogenèse et s'entoure d'une enveloppe folliculaire composée de deux assises de cellules, les cellules folliculaires formant la granulosa et les cellules thécales formant la thèque (**Prolonge-Chevalier, 2007**). L'ovocyte et ses enveloppes forment alors un follicule ovarien.
- A la fin de la vitellogenèse, l'ovocyte subit une évolution rapide, la vésicule germinative migre vers la périphérie au pôle animal et la méiose reprend jusqu'à la métaphase de deuxième division.
- L'ovocyte secondaire ainsi formé est bloqué en métaphase de la division équationnelle (**Wallace & Selman, 1990 ; Patiño & Sullivan, 2002**).
- La maturation ovocytaire finale (MOF), processus hormonodépendant, permettra l'ovulation, rendra l'ovocyte fertilisable (**Wallace & al., 1993**) puis le développement embryonnaire possible (**Saat & al., 1993**). Enfin, un signal hormonal provoque la reprise de la méiose jusqu'à la division méiotique équationnelle,
- La fin de la deuxième division de méiose et l'expulsion d'un ovule et du deuxième globule polaire se produisent après la fécondation (**Patiño & Sullivan, 2002**). Les deux étant haploïdes.
- L'ovocyte entouré du chorion se sépare ensuite du follicule et est expulsé (ovulation) dans la lumière ovarienne.
- La ponte (ou oviposition) se produit après l'ovulation avec un délai variable suivant les espèces. L'œuf est fécondé par un seul spermatozoïde pénétrant par le micropyle, orifice en forme d'entonnoir qui traverse le chorion au pôle animal. La méiose s'achève alors et le second globule polaire est émis (**Legendre & Jalabert, 1988**).

L'ovogenèse produit donc à partir d'ovogonies diploïdes des ovules haploïdes (**Fig. 10**). Les globules polaires sont de petites cellules, qui ne jouent pas un rôle important, et qui résultent d'une division inégale durant l'ovogenèse, ils dégèrent à la fin du processus.



**Figure 10:** Schématisation générale de grandes phases de l'ovogénèse chez les Vertébrés.

Une ovogonie diploïde génère un ovule haploïde. La multiplication goniale se fait par divisions mitotiques ; la première division méiotique réductionnelle génère l'ovocyte II et le premier globule polaire ; la deuxième division méiotique équationnelle génère l'ovule et le deuxième globule polaire.

La maturation ovocytaire est accompagnée d'importants changements au sein du cytoplasme et du vitellus. Donc, **l'ovulation** elle même consiste en une rupture des parois ovarienne et folliculaire, pendant que l'ovocyte subit d'ultimes modifications le rendant apte à la fécondation.

Si cette description générale de l'ovogénèse s'applique à l'ensemble des téléostéens (excepté les espèces vivipares, chez lesquelles il n'y a pas ovulation mais seulement fécondation intra-folliculaire, **Billard & Breton, 1981**), la dynamique de développement des ovocytes dans l'ovaire présente néanmoins une extrême diversité dans ce groupe (**Wallace &**

**Selman, 1981**). La taille et le nombre des ovocytes produits sont, par ailleurs, absolument variables suivant les espèces et les milieux colonisés.

### *b. Le développement folliculaire*

Le développement du follicule ovarien au cours de l'ovogenèse, et notamment l'évolution de l'enveloppe folliculaire, ont été décrits chez plusieurs espèces par différents auteurs (**Busson-Mabillot, 1973; Caporiccio & Connes, 1977; Dumont & Brummett, 1980; Stehr & Hawkes, 1983; Bruslé, 1982; 1985; Iwamatsu & al., 1988; Matsuyama & al., 1991 ; , Azevedo, 2002 ; Anderson, 2008**).

L'enveloppe folliculaire est constituée de l'intérieur vers l'extérieur du :

- Follicule d'une première couche, acellulaire, appelée *zona radiata* ;
- *Zona pellucida*, enveloppe vitelline ou encore chorion selon les auteurs.
- Au dessus de cette couche se situent les cellules folliculaires surmontées de la thèque (thèque interne et thèque externe).

Le processus de folliculogenèse démarre au début de la méiose et se termine lorsque la membrane basale entoure entièrement l'ovocyte et les cellules pré-folliculaires; d'autre part le follicule formé est éjecté de l'épithélium germinale. Les cellules pré-folliculaires se transforment alors en cellules folliculaires. Les cellules pré-thécales associées au follicule forment la thèque interne. Durant la croissance folliculaire, des cellules indifférenciées, contenues dans l'espace extravasculaire, s'associent au follicule et forment la thèque externe. Enfin, des microvillosités se forment à la surface de l'ovocyte "la *zona radiata* ", elle permet des échanges de métabolites entre l'ovocyte et les cellules folliculaires (**Prolonge-Chevalier, 2007**).

### **1.2.5. La régulation de la gamétogenèse**

Les différentes étapes de la gamétogenèse (initiation, vitellogenèse...) ainsi que la quantité et la qualité des gamètes produits sont contrôlées par un ensemble de facteurs :

- **Externes** : biotiques ou abiotiques,
- **Internes** : telles que la sécrétion d'hormones ou des interactions cellulaires.

Les mécanismes de régulation impliquent souvent des cascades de réactions où les facteurs externes et internes sont en interaction (**Dawson, 1998; Goodman, 1997; Nash & al., 2004; Saber & al., 2005**).

### ➤ *Les facteurs externes*

Les facteurs externes jouent un rôle important dans la rythmicité de la gamétogenèse. Dans les environnements stables (température, humidité, photopériode...) comme en milieu tropical, la gamétogenèse est généralement continue. A l'inverse, dans les régions où les saisons sont marquées, la gamétogenèse est régulée de telle sorte que les naissances s'effectuent à la saison la plus favorable pour la survie des jeunes.

L'initiation de la gamétogenèse peut être stimulée par des photopériodes de jours courts comme chez l'oursin *Strongylocentrotus purpuratus* (Pearse & al., 1986 in Prolonge-Chevalier, 2007). A l'inverse, chez les poissons comme le medaka (*Oryzias latipes*), l'ovogenèse est stimulée par l'augmentation de la photopériode au printemps (Khan & al., 1999).

L'ovogenèse et plus particulièrement la maturation des ovocytes, peut être stimulée par des températures élevées notamment chez différentes espèces de mollusques tels que les huîtres ou les moules (*Mytilus sp.*) (Lubet & Streiff, 1982). D'autres facteurs, tels que la pluviométrie ou la quantité de nourriture disponible peuvent agir sur la gamétogenèse.

### ➤ *Les facteurs internes*

La régulation de la gamétogenèse par les facteurs internes implique des mécanismes très complexes. Chez de nombreux organismes, la régulation endocrine de la gamétogenèse pourrait être résumée, de manière non exhaustive, par le schéma suivant :

- Les stimuli extérieurs perçus par les organes sensoriels sont intégrés au niveau du système nerveux central et activent le système neuro-endocrinien qui sécrète des neurohormones.
- Ces dernières vont à leur tour agir sur des systèmes périphériques et déclencher la sécrétion d'autres hormones qui agissent sur le système reproducteur.

Chez les vertébrés, le principal système de régulation de la gamétogenèse est l'axe hypothalamus-glande hypophyse-gonade. La production de GnRH (gonadolibérine) par l'hypothalamus est stimulée par les facteurs externes, comme l'allongement de la photopériode chez certains mammifères. La GnRH agit ensuite sur l'hypophyse qui sécrète des gonadotropines (Vosges, 2010). Les gonadotropines agissent ensuite sur les gonades mâles ou femelles et activent la production de plusieurs hormones stéroïdes dont la testostérone chez les mâles, qui stimule la spermatogenèse, et l'œstradiol et la

progestérone chez les femelles, qui stimulent l'ovogenèse (Vosges, 2010). La GnRH peut également avoir un effet sur la multiplication des spermatogonies chez les mâles et le développement des ovaires chez les femelles.

Chez les femelle des téléostéens, il a été montré que les progestagènes et leurs récepteurs régulent la reprise de la méiose et la maturation des ovocytes (Nagahama 1997; Zhu & al., 2003). En plus, des actions importantes de la FSH pour le déroulement de la gamétogénèse (ovogénèse et spermatogénèse) et sur les fonctions gonadiques dont :

- La stimulation de la stéroïdogénèse, chez le juvénile (Swanson & al., 1991) comme chez l'adulte (Planas & al., 2000).
- FSH est le principal régulateur de la croissance et de la maturation folliculaire et stimule l'incorporation de la vitellogénine dans les ovocytes (Tyler & al., 1991; Tyler & al., 1997).
- Chez le poisson-chat africain, FSH stimule la prolifération et l'augmentation de la réceptivité des cellules de Sertoli et vraisemblablement aussi des cellules de Leydig à sa propre action ce qui rendrait la gonade apte à produire les stéroïdes (Schulz & al., 2003).
- Stimule la production d'E2 par des ovocytes en vitellogénèse, en stimulant à la fois l'expression et l'activité de l'aromatase (Montserrat & al., 2004).
- Chez le bar, le traitement *in vivo* par de la FSH recombinante accélère la maturation gonadique et le développement spermatogénétique (Mazon & al., 2011).
- La FSH est nécessaire pour optimiser le nombre de cellules germinales dans les premières étapes de la spermatogénèse et que les androgènes de leur côté sont déterminants pour l'achèvement de la méiose (Wang & al., 2008; Zou & al., 2009; O'Shaughnessy & al., (2009, 2010); Irwin & al., 2012; Sanges-Sambroni, 2013).
- Chez les poissons téléostéens, des études s'accordent à suggérer l'implication de l'aromatase cérébrale dans le comportement reproducteur (Munakata & Kobayashi, 2001).

### 1. 2.6. Stades de maturité ovarienne

Chez les poissons Téléostéens, la description histologique des différents stades de développement ovocytaire et leur classification ont notamment été établies par Malservisi & Magnin (1968), Treasurer & Holliday (1981), Wallace & Selman (1981) et Rinchar &



*al.*, (1996). Le déroulement des principales étapes de l'ovogenèse sont donc clairement définies, résumés comme suit :

- Phase de croissance initiale ;
- Vitellogenèse ;
- Maturation finale ovocytaire ;
- Ovulation et la ponte ;
- Phénomènes d'atrésie.

### a. Phase de croissance initiale

Les ovogonies se multiplient par des divisions mitotiques et deviennent des ovocytes primaires ou protoplasmiques quand les femelles deviennent matures (acquisition de l'aptitude à se reproduire), ces ovocytes possèdent un noyau central, une mince couche de cytoplasme et sont entourés par des cellules somatiques, qui donneront par la suite les enveloppes folliculaires (Wallace & Selman, 1981).

### b. Vitellogenèse

Selon Rinchard & *al.*, 1996, le dépôt de vitellogénine responsable de la croissance des ovocytes à ce stade est de deux types:

- Vitellogénine (VTG) endogène
- Vitellogénine (VTG) exogène

Dans un premier temps, la vitellogénine est d'origine endogène, elle provient de synthèses ovariennes et ovocytaires et est stockée sous la forme de vésicules vitellines qui correspondent aux stades 2 et 3 (prévitellogenèse précoce et avancée).

Dans un deuxième temps, elle est d'origine exogène et constitue l'essentiel du vitellus « énergétique » qui correspond aux stades 4 et 5 (vitellogenèse précoce et avancée), qui va être utilisé pour le développement embryonnaire et des premiers stades larvaires. Les matériaux précurseurs de la VTG sont de nature extra-ovarienne et d'origine hépatique.

### c. Maturation finale ovocytaire

Quand l'ovocyte a terminé sa croissance, son noyau migre du centre de l'ovocyte vers le pôle animal où se situe le micropyle qui permettra la pénétration du spermatozoïde lors la fécondation (Nagahama, 1983). L'ovocyte subit une hydratation importante se traduisant par

une rapide augmentation de son volume (**Wallace & Selman, 1981**). Les progestagènes sont s'est révélé les hormones inductrices efficaces pour obtenir la maturation ovarienne chez plusieurs espèces.

### d. Ovulation et la ponte

A la fin de la phase de maturation, l'ovocyte entouré du chorion se sépare du follicule et est expulsé dans la lumière ovarienne ou dans la cavité cœlomique (comme chez les salmonidés). Les ovules poursuivent la méiose jusqu'en métaphase II, stade où la fécondation devient possible (**Wallace & Selman, 1981**). En fait, l'ovulation est stimulée par une hormone stéroïdienne de type progestagène, telle que la 17 $\alpha$ , 20 $\beta$ -P, qui constitue le signal chimique qui va induire l'ovulation et la ponte.

### e. Phénomènes d'atrésie

Les ovocytes vitellogéniques non déhiscent (tous les ovocytes ne sont pas ovulés) qui restent dans l'ovaire après la ponte entrent en dégénérescence et deviennent atrétiques (**Bruslé & Quignard, 2004**). Des follicules atrétiques peuvent apparaître à tout moment du développement de l'ovocyte. D'après **Treasurer & Holliday, (1981)**, l'atrésie est généralement déclenchée par plusieurs facteurs tels que:

- Des facteurs environnementaux comme la température ;
- La photopériode, l'alimentation, et des facteurs de stress...
- Physiologiques comme l'âge des géniteurs.

L'atrésie folliculaire commence généralement par une prolifération et une hypertrophie des cellules de la granulosa. Les cellules folliculaires deviennent irrégulières. Une atrésie précoce liée à la dégénérescence d'ovocytes prévitellogéniques et vitellogéniques peut être provoquée accidentellement par une élévation de la température comme cela a été observé chez le gardon *Rutilus rutilus* (**Lukšienė & Sandström, 1994**) ou chez la perche commune (**Lukšienė & al., 2000**).

Généralement, le stade de maturité ovarienne correspond à la cellule sexuelle présente la plus avancée dans l'ovogenèse ou stade ovocytaire. Le nombre de stades et de sous-stades gonadiques peut varier considérablement selon le schéma de développement ovarien de chaque espèce mais également en fonction de différents critères de classification utilisés par les auteurs, ainsi que la description histologique correspondante sont très variables (**Stahl & Leray, 1961; Fontana, 1969; Gupta, 1975; Wallace & Selman, 1981; De Moussac, 1986; Deniel & al., 1989; Le Duff & al., 1996; Beelen & al., 1998;**

Gaamour, 1999; Carrasson & Bau, 2003; Santos & al., 2005).

Ainsi de nombreux travaux (Malservisi & Magnin, 1968; Nagahama, 1987; Specker & al., 1987; Begovac & Wallace, 1988; Mayer & al., 1988; Berlinsky & Specker, 1991; Goubier & al., 1997; Duarte & Araújo, 2002; Hojo & al., 2004; Dos Santos & al., 2004; De Magalhães & Ratton, 2005; Thomé & al., 2005) ont identifié entre 4 et 12 stades de maturation chez différents téléostéens :

➤ *Maturité ovarienne identifiée à 4 Stades* : Ex : chez les Characidae (Andrade & al., 2001). En plus (Wallace & Selman, 1981; De Vlaming, 1983; Guraya, 1993; Wallace & Selman, 1990; Tyler & Stumper, 1996; Murua & al., 2003) définissent 4 stades de croissance ovocytaire pour les téléostéens en général.

➤ *Maturité ovarienne identifiée à 5 Stades* : Ex : chez le gardon (*Rutilus rutilus*) et le goujon (*Gobio gobio*) (Beelen & al., 1998). Bouaziz (1992), chez le merlu (*Merluccius merluccius*).

➤ *Maturité ovarienne identifiée en 6 stades* : Ex : chez la sardinelle ronde (Gaamour, 1999).

➤ *Maturité ovarienne identifiée à 7 Stades* : Ex : le cycles sexuels de différents poissons brésiliens (Duarte & Araújo, 2002; Hojo & al., 2004; Dos Santos & al., 2004; De Magalhães & Ratton, 2005; Thomé & al., 2005).

➤ *Maturité ovarienne identifiée à 11 Stades* : Ex : chez *Perca Flavescens* (Malservisi & Magnin, 1968).

### 1.3. Maturité sexuelle chez les poissons Téléostéens

En s'appuyant à la fois sur le schéma de développement des follicules ovariens et sur le comportement de ponte des poissons, deux types d'ovaires ont été définis, (Wallace & Selman, 1981; Nagahama, 1983; Specker & al., 1987) qui peut engendrer :

➤ **Les ovaires totalement synchrones** se caractérisent par la présence d'ovocytes tous au même stade de développement, trouvés chez les téléostéens qui ne pondent qu'une fois avant de mourir. Les ovaires synchrones par groupe possèdent deux populations d'ovocytes. Une première population de gros ovocytes relativement synchrones et une autre plus hétérogène de petits ovocytes, parmi lesquels, les premiers sont recrutés. Ce schéma est généralement caractéristique des téléostéens n'ayant qu'une ponte annuelle, totale, avec une saison de reproduction relativement courte.

➤ **Les ovaires asynchrones** caractérisés par la présence d'ovocytes à tous les stades sans population dominante. Ce schéma se trouve chez les espèces qui pratiquent des pontes fractionnées pendant une saison de reproduction longue (**Santos & al., 2003; Thomé & al., 2005**).

Le phénomène de la maturité sexuelle est fréquemment rencontré chez les individus d'un même groupe et peuvent montrer une plasticité vis-à-vis d'atteindre de cette dernière (**Adams & huntingford, 1997; Morita & Morita, 2002; Duston & al., 2003**).

Plusieurs travaux sur la reproduction du poisson ont montré l'intervention de plusieurs facteurs à la fois internes et externes qui peuvent influencer sur l'atteinte de la maturité sexuelle. Cependant l'**âge** d'atteinte de la maturité sexuelle est variable selon l'espèce considérée, comme elle peut varier selon le sexe (mâle ou femelle). Selon (**Letcher & terrick, 1998; Morita & Morita, 2002; Baum & al., 2004**), la maturité sexuelle est liée aussi à la taille et le poids des individus.

Le facteur croissance semble un critère important pour l'apparition de la maturité sexuelle chez certaines espèces. Les individus qui présentent une croissance plus rapide dans une cohorte sont plus susceptibles de montrer une maturité sexuelle précoce (**Heath & al., 1996; Adams & Huntingford, 1997; Faye, 2006**).

Des facteurs susceptibles d'influencer sur l'atteinte de la maturité sexuelle des poissons. Plusieurs techniques, particulièrement des manipulations photopériodiques, ont été utilisées pour réduire ou empêcher l'apparition de la maturité sexuelle (**Taranger & al., 1998; Duston & al., 2003**). Des manipulations effectuées sur les stéroïdes sexuels (androgènes en particulier) pour comprendre leur implication dans le processus de la maturation sexuelle (**Idler & al., 1961; Sangalang & freeman, 1974; Dickey & Swanson, 1989; Tveiten & al., 1998; Rahman & al., 2000; Campbel & al., 2003**).

Les facteurs biotiques semblent jouer un rôle important dans les interactions qui existent entre les individus, entre sexes opposés et les structures sociales dans les populations. La présence de femelles en nidification peut augmenter la production de  $17\alpha,20\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one (DHP), de testostérone (T) et de 11-cétotestostérone (11-CT) plasmatique chez le mâle par l'intermédiaire de phéromones via l'odorat (**Waring & al., 1996; Olsén & al., 1998**).

En termes de fréquence de pontes, les poissons présentent toutes les stratégies possibles. D'après (**De Vlaming, 1983; Bye, 1984; Weddle & Burr, 1991**), différents

modes de ponte ont été observés chez les poissons :

- ✓ Certains, comme la truite fario, *Salmo trutta fario* (Billard, 1986), la perche commune, *Perca fluviatilis* (Treasurer & Holliday, 1981), et le hareng *Clupea harengus* (Blaxter & Hanter, 1982) déposent leurs œufs une seule fois durant leur saison de reproduction (pondeurs uniques);
- ✓ D'autres, comme le goujon *Gobio gobio* L. (Kestemont, 1987 et 1990), le turbot *Scophthalmus maximus* (Jones, 1974) et la morue *Gadus morhua* (Kjesbu, 1987 et 1996) pondent à plusieurs reprises au cours d'une même saison de ponte (pondeurs multiples),
- ✓ d'autres encore présentent des pontes continues comme le tilapia *Tilapia nilotica* (Kestemont & al., 1989)
- ✓ Enfin, certains ne se reproduisent que tous les 2 à 3 ans (pondeurs irréguliers) comme l'omble du Pacifique *Salvelinus malma* Walbaum (Armstrong & Morrow, 1989).

La connaissance de la taille de la première maturité sexuelle est importante pour la préservation des stocks (Bradai & al., 2002). C'est un paramètre qui est pris en considération dans la gestion rationnelle des stocks pour empêcher la pêche des poissons en deçà de cette taille et lui donner la possibilité de pondre au moins une fois dans sa vie, ceci n'est possible que par la fixation des dimensions des mailles des filets de pêche, des périodes de pêches qui déterminent le repos biologique de chaque espèce.

L'étude du cycle reproducteur a pour objet la caractérisation des principales phases évolutives des glandes sexuelles, laquelle est basée essentiellement sur trois types de critères d'ordre morphologique, pondéral et histologique. En milieu tempéré, le cycle sexuel des poissons a, en général, une durée annuelle. Il peut être décomposé en :

- Une période de maturation caractérisée par l'élaboration de réserves et leur incorporation dans les gamètes.
- Une période de ponte qui correspond à la phase d'émission des gamètes mûrs.
- Une période de récupération ou de repos sexuel.

## II. AGE, CROISSANCE ET MORTALITES DU POISSON TELEOSTEENE

### 1. L'âge et la croissance du poisson Téléostéen

Tous les organismes vivants ont la capacité de croître par une augmentation de taille dès la naissance; cette caractéristique propre à eux connaît des différences de taux à certains stades de développement des processus biologiques de l'individu, telle que la différenciation sexuelle. A un moment donné, ce phénomène ralentit légèrement avant la mort de l'organisme, jusqu'à même un arrêt total dans certains cas.

En biologie halieutique, l'étude de l'âge des poissons est fondamentale pour une meilleure connaissance de la dynamique des populations et la gestion des stocks (Casselman, 1987; Bach et Chauvelon., 1994; Cailliet & al., 2001). En effet, les données acquises constituent la base des calculs menant à la connaissance de la croissance linéaire et pondérale, la mortalité et le recrutement des stocks étudiés (Campana, 2001) et peuvent aussi être intégrées dans des modèles de dynamique des populations, nécessaires aux calculs de production et de rendement de la pêche (Lasserre, 1974).

Les poissons sont des vertébrés poïkilothermes dont le taux de métabolisme est fonction des conditions biotiques et abiotiques. Ils subissent des variations de croissance saisonnières qui s'inscrivent sur toutes les formations osseuses, y compris les écailles et les otolithes, sous forme de zones de croissance rapides, larges et de zones de croissance lente, étroites.

Dans ce domaine, des techniques de plus en plus fines sont constamment recherchées et testées pour fixer le plus exactement possible l'âge des individus échantillonnés, afin de pouvoir mieux suivre la destinée des cohortes, analyser l'influence des divers facteurs sur la structure démographique des populations et calculer le rendement optimal d'un stock soumis à un mode d'exploitation donné. Chez les populations naturelles, l'âge de poissons est déterminé par deux méthodes :

- **Méthode indirecte** : par l'étude de la distribution statistique des effectifs par classe de taille: méthode graphique ou bien méthode des maximums successifs (Petersen, 1891).
- **Méthode directe** : par la lecture des lignes d'arrêt de croissance (anneaux) inscrites sur les diverses pièces anatomiques tels les otolithes et les écailles (Sclérochronologie).

Aujourd'hui, il est même possible à partir des différentes pièces calcifiées (otolithe, écaille, squelette), de reconstituer l'histoire individuelle des organismes vivants. Ainsi, au

niveau de l'otolithe, par exemple, l'analyse microchimique permet de décrypter, même chez les jeunes poissons, la période de formation de marques journalières par le biais de marqueurs spécifiques (**Lagardere & al., 1997; Pothin & al., 2006**).

Selon la définition de **Nikolsky (1963)**, la croissance résulte de la consommation de nourriture, de son assimilation et par conséquent de la construction du corps. En matière d'analyse des populations, il est intéressant de pouvoir décrire par une expression mathématique la croissance des animaux aquatiques. Il existe plusieurs équations de croissance, mais aucune d'elles ne peut donner entièrement satisfaction pour toutes les situations. Il faut essentiellement une expression mathématique facile à incorporer dans les équations de rendement et conforme aux données observées sur la taille aux différents âges. En réalité, il serait bien surprenant qu'une équation simple puisse toujours décrire la croissance même d'un seul animal aquatique durant la majeure partie de sa vie, si l'on songe aux différences considérables pouvant exister en matière de disponibilité alimentaire, d'épuisement consécutif au frai...etc.

Dans ce contexte, l'étude de la croissance est envisagée dans un but descriptif et prédictif dont Il s'agit :

- En premier temps, d'exprimer de manière continue la variation de la longueur et du poids des individus en fonction de leur âge, en ajustant une fonction mathématique connue aux données observées.
- En second temps, les équations ainsi obtenues peuvent servir à comparer la croissance de populations issues de milieux différents.

L'étude de la croissance consiste essentiellement à établir une relation entre une variable mesurable (taille ou poids), caractérisant un individu et son âge. Deux modèles mathématiques sont habituellement employés pour exprimer la croissance des poissons:

- Le modèle de **Gompertz** exprimé par cinq paramètres.
- Le modèle de **Von Bertalanffy** exprimé par trois paramètres.

Le premier est connu pour décrire d'une manière satisfaisante la croissance d'un poisson tout au long de son existence. Cependant, sa formulation mathématique le rend peu commode lors de son intégration dans d'autres modèles relatifs à la dynamique des populations de poissons (modèles pour l'estimation de la production notamment). Ainsi, lui préfère-t-on généralement le modèle de **Von Bertalanffy (1938)** qui est fondé sur des

considérations biologiques théoriques relatives au métabolisme des organismes. Donc, la croissance d'un organisme peut être considérée comme la résultante des réactions simultanées de facteurs antagonistes: l'anabolisme et le catabolisme.

Une revue détaillée en a été faite par **Beverton & Holt. (1957)**, **Ursin. (1967)**, **Gulland. (1971)**, **Sparre & Venema. (1996)** et **Pauly & Moreau. (1997)**, dans le but d'appliquer des modèles mathématiques pour exprimer la croissance chez les poissons mais le modèle le plus utilisé reste celui de **Von Bertalanffy (1938)**.

Ce modèle dont l'emploi étant plus souple est largement répandu en biologie des pêches. Usuellement, c'est celui de Von Bertalanffy (1938) qui s'adapte le mieux pour exprimer la croissance individuelle en longueur et en masse. La fraction pré-recrutée (juvéniles et larves) est mal décrite par cette méthode, mais ceci ne constitue pas un inconvénient dans notre cas, car les données utilisées ne concernent que des morphologies d'une espèce à l'autre et entre les populations des différents habitats et /ou régions (**Gonçalves & al., 1998**).

L'objectif de cette partie est la détermination de caractéristiques biologiques, comme la structure de taille de la population, la croissance et l'âge de l'espèce *Merluccius merluccius* au niveau de la zone d'étude.

## 2. Etude de la mortalité du poisson Téléostéens

En halieutique, un stock d'une espèce donnée est dynamique dont les gains (entrées) sont représentés par le recrutement annuel et la croissance alors que les pertes (sorties) sont dues à la mortalité totale (**Z**) (**Fig. 11**). Cette dernière offre à décrire une mortalité par pêche (**F**) engendrée par les différentes opérations de pêches et la mortalité naturelle (**M**) qui exprime la mortalité due à toute cause autre que la pêche.

**a. La mortalité totale (Z)** est définie comme le coefficient instantané de mortalité totale, avant d'estimer séparément la mortalité par pêche et la mortalité naturelle, il est convenable d'évaluer la mortalité totale (**Gulland, 1969**). Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de la mortalité totale (**Z**) qui se base sur :

- L'abondance d'une ou plusieurs classes d'âge;
- Le marquage ;
- L'analyse des relations CPUE – Effort de pêche;
- L'analyse des fréquences de tailles des captures.



La dernière méthode seule, convient au type de données disponibles sur le merlu de la côte algérienne. Donc, La mortalité totale est déterminée, dans notre étude par des méthodes basées sur l'analyse des fréquences de taille de capture, elles aboutissent à des courbes de captures selon les longueurs qui permettent de procéder à une évaluation rapide de  $(Z)$  (Pauly & Monreau, 1997).



Figure 11: Diagramme des gains et des pertes d'un stock en équilibre.

*b. La mortalité naturelle (M)* est la mortalité occasionnée par l'ensemble des causes autres que la pêche. Elle exprime la quantité de poissons prélevés du stock pour des raisons naturelles souvent pathologiques (le stress, vieillissement, maladies, nourriture, prédation y compris le cannibalisme...). Chez une population exploitée de poisson, le coefficient instantané de mortalité naturelle  $M$ , est l'un des paramètres les plus difficiles à évaluer directement, portant une valeur exacte que possible de  $(M)$ , est nécessaire pour mettre en œuvre la plupart des modèles habituels de gestion des stocks (Ricker, 1980; Beverton & Holt, 1956; Pauly & Monreau, 1997). Cependant, plusieurs méthodes d'estimation indirecte de  $M$  ont été utilisées par le passé.

La mortalité naturelle serait également liée à la taille et au poids asymptotiques ( $L_{\infty}$  et  $W_{\infty}$ ) (Taylor, 1960; Wroblewski, 1984; Roff, 1984). Ainsi, le paramètre  $(K)$  de courbure de Von Bertalanffy, est sans doute liée à la longévité des poissons (Beverton & Holt, 1959), elle-même liée à la mortalité naturelle (Tanaka, 1969; Holt, 1965; Saville, 1977). D'une manière générale plus  $(K)$  est grand plus  $(M)$  est élevée.

D'autres études suggèrent que  $(M)$  est corrélée à la reproduction, les espèces de poissons arrivant précocement à maturité ayant une forte mortalité (Rikhter & Efanov, 1976). C'est dans le même ordre d'idées que Gunderson et Dygert (1988) relient  $M$  au

rapport gonado-somatique (**RGS**) qui pourrait causer des mortalités naturelles considérables. En plus, cette reproduction est en relation étroite avec l'abondance de la nourriture et de l'oxygène dissous.

**Ursin. (1967)** montre que la mortalité naturelle dépend à la fois des facteurs physiologiques (maladies, vieillesse...), des facteurs environnementaux (température, courant,...), et des facteurs dus aux hasards (rencontre avec d'éventuelle prédateurs...). Sa détermination s'avère très difficile, car sa valeur est conjecturable et invérifiable, et sont très sensibles à la précision des estimations numériques faite sur le stock (**Chali-chaban, 1988**).

Pendant que **Pauly & Monreau, (1997)**, relie les variations de la mortalité naturelle aux modes de vie et la stratégie développée par les espèces pour assurer leur survie (le grégarisme chez certaines espèces peut diminuer en grande partie le taux de prédation); **Bouaziz & al. (1998)**, signalent que (**M**) diffère selon l'âge et la zone d'exploitation et indique que (**M**) est un paramètre très difficile à estimer avec précision puisque l'incidence individuelle de chacune des causes (maladies, prédation, cannibalisme, densité, compétition, manque de nourritures....) est mal connue.

D'après **Lamber & Dutil (1997)**, *in* **Savencoff & Martin (2003)**, la prédation constitue les principales causes de la mortalité naturelle (**M**) avec **95%**, alors que les autres causes ne présentent que **5%** de la mortalité naturelle totale, pendant que **Laurec & Le Guen, (1981)**; **Cayré, (1986)** ; **Jaques & Triger, (1986)** décrivent le bouleversement de l'espèce comme le processus inverse du recrutement, qui conduit les individus à quitter définitivement les lieux de pêche au delà d'un certain âge. En conséquence, il est difficile de distinguer les effets d'une telle migration de la mortalité naturelle.

Afin d'estimer la valeur de (**M**), plusieurs méthodes ont été utilisées dans l'application halieutique :

- Méthode de Djabali & al., (1993-1994)
- Méthode de Taylor (1958)
- Méthode de Pauly (1980)
- Méthode de Cubillos (2003)

*c. La mortalité par pêche (F)* décrit la quantité de poissons prélevés par l'activité de pêche en une année. La mortalité par pêche (**F**), sera déduite par une simple soustraction du taux de mortalité naturelle (**M**) et de la mortalité totale (**Z**).

### III. PRESENTATION DE L'ESPECE *Merluccius merluccius* (Linnaeus., 1758)

Le merlu est connu depuis l'Antiquité. C'est lui qu'Aristote nommait « Onos » (âne) à cause de sa coloration grise et de la longue ligne noire qui parcourt son flanc. **Belon (1553)** naturaliste, par analogie avec le brochet, l'appela *Maris Lucius* d'où son nom actuel de *Merluccius* (**Belloc, 1923**).

Le merlu est l'espèce la plus primitive dans le groupe du merlu euro-africain (*Merluccius merluccius*, Linné 1758) (**Fig. 12**) est une espèce semi-démersale dont la répartition géographique est large. Quatre espèces génétiquement différentes sous le nom de **merlu Européen** :

- Celui des îles britanniques, des côtes espagnoles et portugaises ;
- Le merlu évoluant dans le golfe de Gascogne et la mer Celtique ;
- Le merlu évoluant dans les eaux Norvégienne ;
- Enfin celui qui s'étend le long de la Méditerranée.

Selon **Dupont (1972)**, le merlu méditerranéen est plus petit que celui de l'Atlantique à cause des changements dans les conditions environnementales.



**Figure 12** : Le merlu débarqué au niveau du port de pêche de Béjaïa.

Le statut taxonomique du merlu de la Méditerranée (*Merluccius merluccius smiridus* : **Rafinesque, 1810**) est depuis longtemps défini (**Orsi-Relini & al ; 2002**). Ainsi, le détroit de Gibraltar constitue une frontière géographique entre les deux populations Atlantique et Méditerranéennes, limitant les échanges entre elles et évaluant dans des conditions spécifiques à chacune d'elles et présentant des différences confirmées par différentes études :

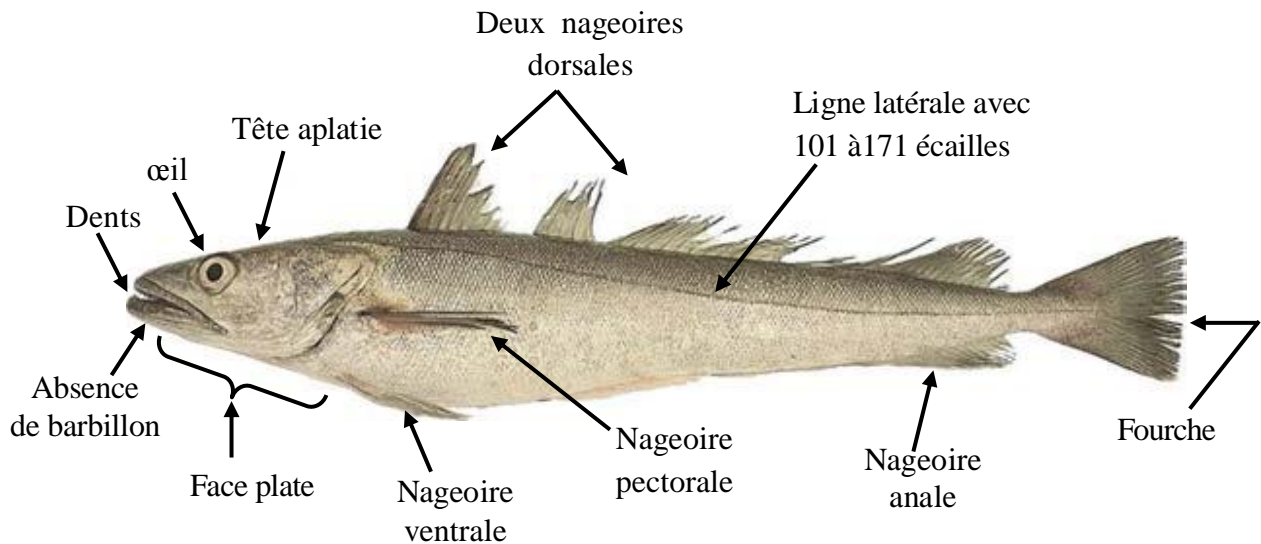
- Méristiques (**Belloc, 1935 ; Cadenat, 1952 ; Maurin, 1968 ; Bouaziz & al., 1998a**) ;
- Génétiques (**Roldan & al., 1998 ; Lundy & al., 2000**) ;
- Par la composition chimique des otolithes (**Swan & al., 2006**).

Les poissons et les fruits de mer sont la deuxième source de protéines animales derrière la viande. L'exploitation des statistiques sur les produits de la pêche dans le monde montre qu'elle constitue la principale ressource marine. Le merlu est également une ressource importante dans les eaux méditerranéennes tant en termes de débarquements qu'en valeur économique (**Orsi-Relini & al., 2002; Maynou & al., 2003; Oliver, 1991**). Cet Ostéichtyen est présent dans toutes les mers, c'est un aliment très apprécié pour la consommation humaine. Son exploitation est ancienne et a un poids socio-économique important, particulièrement en Espagne, en France et aux Royaume-Uni. Plus d'un million de tonnes de merlu ont été capturées annuellement à travers le monde au cours des trois dernières décennies (**Alheit & Pitcher, 1995**). Depuis **1983**, les débarquements mondiaux totaux ont fluctué, mais certaines espèces comme le merlu européen (*Merluccius merluccius*) ont subi une baisse constante (**FAO, 1986**).

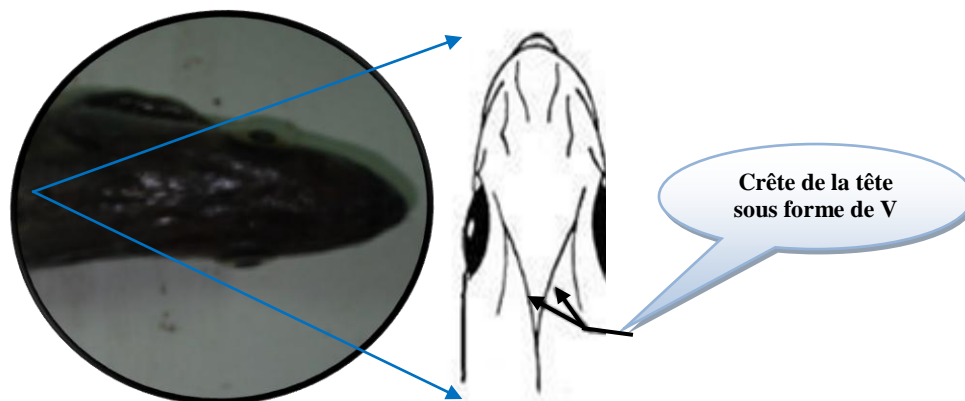
### **1. La morphologie de *Merluccius merluccius***

Le merlu blanc (**Fig. 13**) présente un corps mince et comprimé latéralement. Ces poissons ont un corps symétrique couverts par les petites écailles cycloïdes. La ligne latérale est plus ou moins rectiligne contient 101 à 171 écailles qui forment une ligne noire le long du corps. La face de la tête est aplatie et porte une crête en forme de V (**Fig. 14**), sa tête dépasse légèrement la mâchoire supérieure avec des dents pointues et articulées se terminant postérieurement à l'aplomb du centre de l'œil, pas de barbillon au menton (**Matallanas & Oliver, 2003**).

La famille des Merlucidés se caractérise par l'absence d'épines aigues au niveau des nageoires, elle présente deux nageoires dorsales séparées, la première courte, haute et triangulaire présentant 8 à 13 rayons, le premier rayon est une pseudo-colonne vertébrale tandis que la seconde est longue et semblable à la nageoire anale avec une échancrure dans sa partie moyenne, elle est menue de 34 à 46 rayons mous. La nageoire caudale est relativement droite et courte et acquiert avec la croissance une forme en fourche.



**Figure 13:** Morphologie de *Merluccius merluccius*.



**Figure 14:** Photos de *Merluccius merluccius* présentant la crête de la tête vue d'en haut.

Le nombre de branchiospines (**Fig. 15**) varie de 8 à 12 sur le premier arc branchial. La colonne vertébrale est composée de 48-58 vertèbres. Les nervures s'étendent à partir des vertèbres cervicales, tandis que le reste est flottant. Les os plats de la queue sont fusionnés. Cette fonctionnalité, combinée à la haute quantité de muscle blanc que le merlu possède et sa forme hydrodynamique, suggère une forte capacité à la nage rapide ou prolongée (**Bauchot & Pras, 1980; Alheit & Pitcher, 1995 ; Nelson, 2006**).



**Figure 15 :** Photographie montrant le premier arc branchial gauche de *Merluccius merluccius*.

Le dos est normalement noir ou gris pâle et le ventre blanc ou argent. Sa formule radiaire est la suivante: **D1 : 9/11; D2 : 36/10; A : 36/40; C : 5-17/20-5; P : 12/14; V : 7.**

## 2. Position systématique

La position systématique de l'espèce *Merluccius merluccius* (Linnaeus 1758) (**Fig. 16**) est établie à partir de différents travaux notamment ceux de (**Dieuzeide & al., (1955)** ; **Bauchot & Pras (1980)** ; **Fischer & al., (1987)** ; **Quero & Vayne, (1997)**). Elle se présente de la manière suivante :

**Embranchement :** Vertébrés

**Sous Embranchement :** Gnathostome

**Super classe :** Ostéichthyens.

**Classe :** Actinoptérygiens.

**Sous classe :** Néoptérygiens.

**Infra classe :** Téléostéens.

**Super ordre :** Acanthoptérygiens.

**Ordre :** Gadiforme

**Famille :** Merluccidés

**Sous- Famille :** Merluccinés

**Genre :** *Merluccius*

**Espèces :** *Merluccius merluccius*.



**Figure 16 :** Le *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

## 3. Synonymes de *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

Le groupe de poissons connus sous le nom de merlu, comprend 14 espèces appartenant au genre *Merluccius*. Dans les pays méditerranéens, nous avons constaté que *Merluccius*

*merluccius* a une multitude d'appellations, les noms changent d'une région à une autre. En Algérie, les noms attribués au *Merluccius merluccius* est « Merlan, Petit merlan, Mernouz » sur tout le littoral algérien. En Espagnol « Merluza », en France il est nommé beaucoup plus « Merlu, Colin, Merluchon, Colinot, Bâtard », en Italie « Nasello », en Angleterre «European Hake » et le non utilisé par la FAO est « Merlu commun ». Appelé généralement merlan en Méditerranée, le merlu Européen, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) est la seule espèce de merlu présente sur les côtes algériennes en plus du merlu bleu.

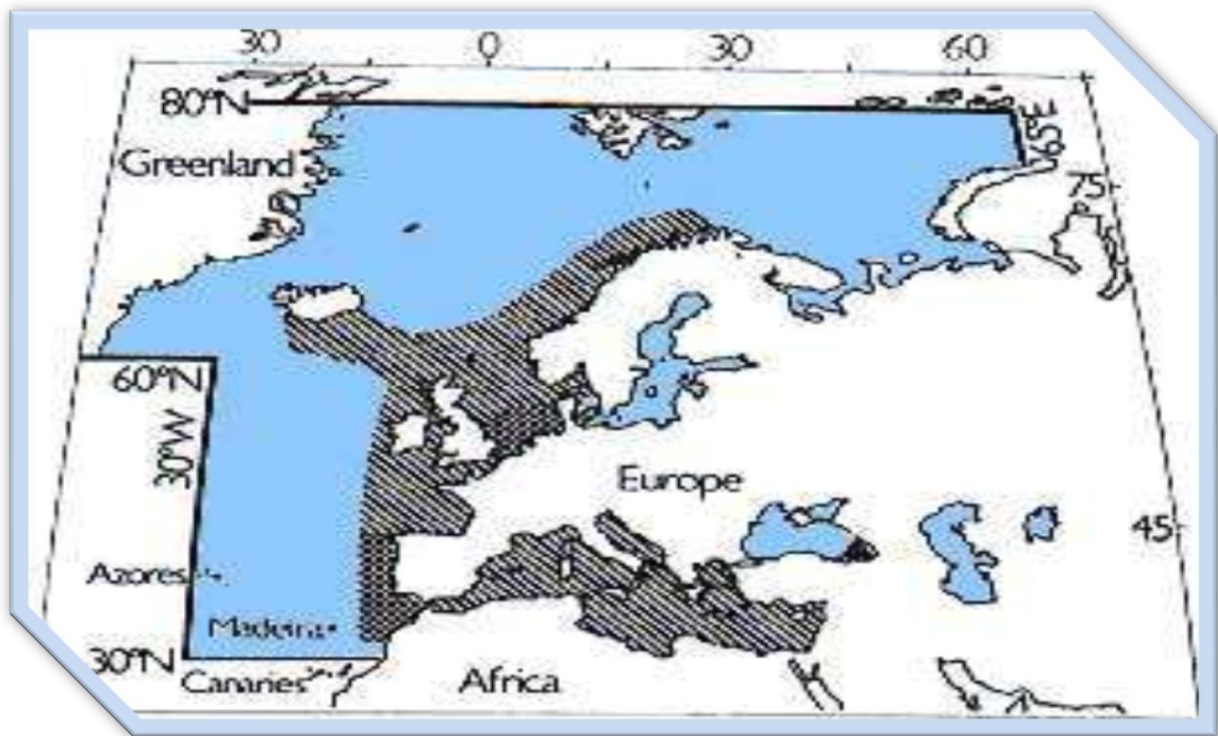
De l'autre côté, plusieurs dénominations scientifiques ont été attribuées *M.merluccius* :

<i>Gadus merluccius</i>	Linnaeus, 1758
<i>Merluccius merluccius</i>	Linnaeus, 1758
<i>Gadus ruber</i>	Lacepède, 1803
<i>Onus riali</i>	Rafinesque, 1810
<i>Merluccius smiridus</i>	Rafinesque, 1810
<i>Merluccius esculentus</i>	Risso, 1827
<i>Merluccius vulgaris</i>	Flening, 1828
<i>Hidronus marlucius</i>	Minding, 1832
<i>Merluccius sinuatus</i>	Swainson, 1838
<i>Merluccius ambiguus</i>	Lowe, 1841
<i>Merluccius Lanatus</i>	Gronow, 1854
<i>Merluccius argentatus</i>	Günther, 1862
<i>Merluccius Linnei</i>	Malm, 1877
<i>Onus guttatus</i>	Non collett, 1890
<i>Trachinoides maroccanus</i>	Borodin, 1934

#### 4. Répartition géographique et habitat

Le merlu blanc est largement réparti entre les deux hémisphères (**Fig. 17**), dans les océans Atlantique, Pacifique et Indien. La répartition géographique du merlu Européen (*Merluccius merluccius*) est largement étudiée dans différents secteurs du Nord-Est de l'Atlantique (**Pérez & al., 1985 ; Pereiro & al., 1991 ; Sanchez & al., 2000 ; Alvarez & al., 2001, 2004 ; ...**), ainsi dans le Nord-Ouest de la Méditerranée (**Abella & al., 1995, 2005; Bouaziz & al., 1998c; Recasens & al., 1998; Orsi –Relini & al., 2002; Fiorentino & al., 2003; Maynou & al., 2003, 2006; Goni & al., 2004; Guijarro & al., 2013**).

Le merlu blanc est présent dans le Nord Est atlantique de l'Islande et du Nord de la Norvège (62°N). En outre, cette espèce est surtout abondante entre le Sud de l'Espagne et le Sud es îles Britanniques. Il vit également en mer Méditerranéenne, Adriatique et Noire (**Wheeler, 1968 ; Whithead & al., 1984**).



**Figure 17:** Répartition géographique de *Merluccius merluccius* (Whithead & al., 1986 in Mahé & al., 2007).

Le merlu blanc est une espèce des eaux tempérées, sa répartition bathymétrique est fortement liée aux phases de son cycle biologique. Cependant, il vit essentiellement entre 70 à 400 m des fonds constitués de vases et de sables mais aussi sur des substrats rocheux (Casey & Pereiro, 1995). Les juvéniles viennent sur le plateau continental entre 100 à 200 m de profondeur. Les jeunes adultes et les adultes plus âgés, par contre, regagnent les eaux profondes plus importantes entre 600 à 1000 m au niveau de la pente continentale et des têtes de Canyons. La population de *Merluccius merluccius* méditerranéen est considérée comme un seul stock qui se rencontre dans tout les types de fonds, depuis la côte jusqu'à 1000 m de profondeur (Quéro & Vayne, 1997).

## 5. Répartition bathymétrique sur le littoral Algérien

Pour un bon nombre d'auteurs tels que Belloc, 1935; Maurin, 1954; Angeleseu & al., 1958; Zupanovic, 1986 ; Bouaziz & al., 1998c, les jeunes peuplent les eaux côtières et les adultes se tiennent d'autant plus au large qu'ils sont âgés. Les observations faites lors de la campagne de prospection des lieux, concernant les ressources halieutiques démersales faites



par le CNRDPA (2014), le long du littoral algérien, confirme la répartition des merlus le long de la côte.

On ne connaît pas de frayères bien localisées et les juvéniles semblent se répartir sur tout le plateau continentale. En plus, d'abondance des merlus pourrait augmenter avec la profondeur, une variation qui correspond aux variations de la répartition des eaux froides des zones d'upwelling, une relation qui pourrait aussi varier avec le niveau d'exploitation (FAO, 2013).

### 6. Biologie de *Merluccius merluccius*

La biologie de l'ensemble des espèces du genre merlu est liée aux caractéristiques hydrodynamiques et écologiques du milieu dans lequel elles évoluent (Jeffrey & Taggart, 2000; Olivar & al., 2003; Alvarez & al., 2004), et les rapports entre le merlu et son milieu sont semblables quel que soit le secteur géographique.

La connaissance de l'un des facteurs essentiels de l'écologie du merlu, à savoir sa répartition bathymétrique permet de mieux comprendre les variations de croissance, du régime alimentaire et comment s'effectuent les migrations de l'espèce.

#### 6.1. Régime alimentaire de *Merluccius merluccius*

Il est un grand prédateur qui vit au fond des mers le jour et remonte la nuit pour chasser. Ichtyophage et cannibale (Guichet, 1996). En plus, le merlu est un prédateur carnivore situé en haut de la chaîne alimentaire avec peu de prédateurs et beaucoup de proies (Hickling, 1927; Guichet, 1995; Du Buit, 1996; Velasco & al., 1998; Gonzales & al., 2000 ; Mahé, 2005; Mahé & al., 2007).

Le régime alimentaire du merlu est assez varié (Guichet, 1995). Il évolue au cours de sa vie (Mahé & al., 2007). Cette évolution peut être expliquée par une relation significative existant entre la taille du prédateur et la taille de la proie (Guichet, 1995 ; Velasco & al., 1998 ; Gonzales & al., 2000 ; Mahé & al., 2007).

**Tableau 1 : Régime alimentaire du *Merluccius merluccius*.**

Auteurs	Région	Taille des individus	Alimentation
<b>Andaloro &amp; al., 1985; Orisi-Relini &amp; al., 1989; Colloca, 1999; Bryckear &amp; al., 2002; Ferraton &amp; al., 2007</b>	Golfe de Lion	le stade larvaire	- Crustacés planctoniques : Ex : 90% d' <i>Euphausia krohni</i>
		Juveniles moins de 20 cm	- Crustacés Suprabenthiques : Ex : Euphausiacés, Mysidacés - Petits Poissons Démersaux : Ex : Gobies
<b>ICES, 2004 ; Kacher &amp; al., 2004; Ferraton &amp; al., 2007</b>	Golfe de Lion	Merlus du 20-24 cm	- Régime pleinement piscivore : Maquereau ( <i>Scomber scomber</i> ), Anchois ( <i>Engraulis encrasicolus</i> ), Sardine ( <i>Sardina pilckardus</i> ), Chanchard ( <i>Trachurus sp.</i> ).
<b>Bouaziz (1992)</b>	Côte Algéroise	Merlus adultes	- Crevettes : Ex : Crustacés Natantia
<b>Casey et Pereiro, 1995; Kacher &amp; al., 2004</b>	Méditerranée	Merlus adultes	- L'importance du cannibalisme des juvéniles

## 6.2. L'âge et la croissance de *Merluccius merluccius*

Depuis les années 30, de nombreuses études se sont penchées sur la détermination de la croissance du merlu (**Hickling, 1933; Belloc, 1935**). Ces études décrivent des estimations de croissance très différentes, tant en Atlantique Nord-Est (**Bagenal, 1954; Meriel-Busy, 1966; Guichet & al., 1973; Robles & al., 1975; Decamps & Labastie, 1978; Iglesias & Dery, 1981; Goñi, 1983; Goñi & Piñeiro, 1988; Guichet, 1988; Piñeiro & Hunt, 1989; Piñeiro & Pereiro, 1993; Morales-Nin & al., 1998; Lucio & al., 2000; Piñeiro & Sainza, 2003**) qu'en Méditerranée (**Aldebert, 1981; Aldebert & Carriès, 1989a; Orsi Relini & al., 1989; Oliver, 1991; Recasens, 1992; Aldebert & Morales-Nin, 1992; Aldebert & Recasens, 1995 et 1996; Morales-Nin & Aldebert, 1997; Moraes-Nin & al., 1998; Garcia-Rodriguez & Esteban, 2002; Morales-Nin & Moranta 2004**).

Dans ces études, la croissance est estimée soit à partir de la lecture des otolithes (**Fig. 18**), soit à partir des fréquences de taille. L'interprétation de l'âge du merlu à partir des macrostructures d'otolithes est particulièrement complexe du fait de la multiplicité des anneaux de croissance observés (**Goni & Pineiro, 1988; Pineiro & Hunt, 1989; Guichet, 1996; Piñeiro & Sainza, 2003**), qui du moins en Méditerranée ne sont pas formés en

fonction des saisons (**Morales-Nin & al., 1998**) et ne correspondent donc pas à des structures annuelles (**Guichet & al., 1973**).



**Figure 18 :** Otolithes de *Merluccius merluccius*.

Les difficultés de lecture des otolithes de merlu liées à leur structure et à leur forme sont à l'origine des divergences rencontrées lors de l'estimation de l'âge. Finalement, le groupe de travail merlu du CIEM a retenu les paramètres de croissance en longueur.

**Tableau 2 :** Les tailles maximales observées pour le merlu dans différentes régions atlantiques et méditerranéennes.

Auteurs	Région	Sexe	Lt max (cm)
<b>Aldebert &amp; Recassens, 1995</b>	Golfe du Lion	♂	72.8
		♀	100.7
<b>Lucio &amp; al., 2000</b>	Baie de Biscay	♂	80
		♀	110
<b>de Pontual &amp; al., (2006)</b>	Baie de Biscay	♂	80
		♀	110
<b>Jadaud &amp; al., 2006</b>	Golfe du Lion	♂	60
		♀	98
<b>Mellon-Duval &amp; al., (2010)</b>	Golfe du Lion	♂	72.2
		♀	100.7
<b>El Habouz. (2011)</b>	Atlantique centre-Maroc	♂	101.9
		♀	114.8
<b>Bouaziz &amp; al., (1998a)</b>	Bou-Ismaïl, Algérie	♂	100.7
		♀	80.6
<b>Belhoucine. (2012)</b>	Baie d'Oran, Algérie	♂	51,45
		♀	59,87

Selon **ICES (2007)**, le merlu européen peut atteindre 1,40 mètres de longueur et un poids 15 Kg. Actuellement, on pense que sa durée de vie est de l'ordre de 12 ans **ICES (2012)**. En plus, de nombreux auteurs ont décrit pour le merlu européen, une croissance plus rapide des femelles, comparée à celle des mâles, aussi bien pour la population

atlantique (Casey et Pereiro, 1995; Pineiro et Sainza, 2003) que méditerranéenne (Aldebert & Carries, 1989a; Recassens & al., 1998; Bouaziz & al., 1998b; Belhoucine, 2012).

### 6.3. Reproduction de *Merluccius merluccius*

La reproduction du merlu Européen se caractérise par le développement asynchrone des ovocytes, ce qui a été interprété comme la preuve d'une durée indéterminée de la fécondité au cours de l'année (Murua & al., 1998). Cependant, cette stratégie de reproduction prolongée de cet Ostéichtyen peut augmenter le succès de survie de la progéniture (Dominguez-Petit & al., 2008, 2009).

Les œufs du merlu sont principalement retrouvés en bordure du plateau continental, majoritairement vers 100 mètres de fond (Olivar & al., 2003) (Fig. 19). Selon Bjelland & Skiftesvijk (2006), les larves éclosent environ 4 jours après la fécondation (Belloc, 1929) et se concentrent au niveau des frayères (Lago de Lanzos, 1993 ; Fives & al., 2001; Alvarez & al., 2001). Environ 30 jours après l'éclosion, marque la transition entre la larve et le stade juvénile. C'est à ce stade, à une taille d'environ 2.5 cm, que les juvéniles rejoignent le fond (Morales-Nin & Moranta, 2004; Belcari & al., 2006), majoritairement sur le plateau continental, avec des densités plus importantes sur les fonds de 100 à 200 m, et des abondances plus fortes au printemps (Recasens & al., 1998).

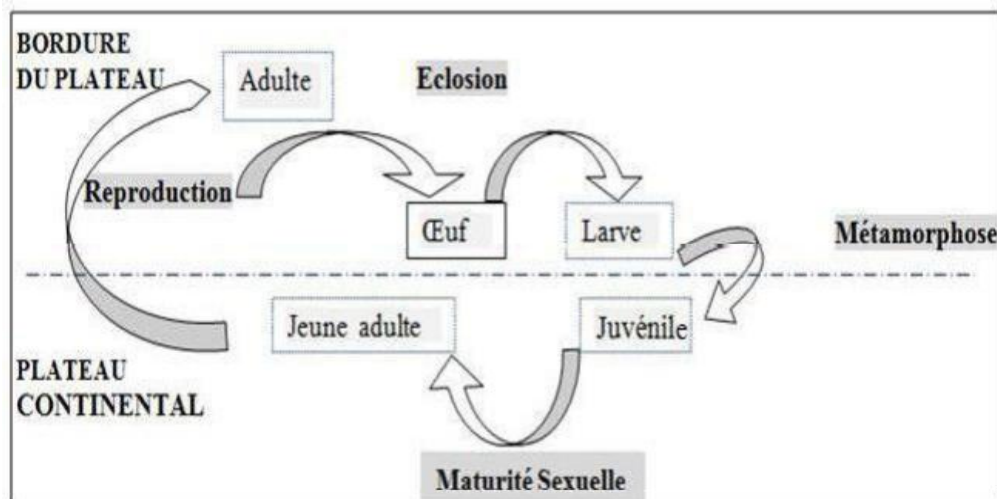


Figure 19: Principales étapes du cycle de vie du merlu (Bodiguel, 2008) dans le Nord-Ouest de la Méditerranée.

Les zones de nourricerie sont généralement localisées sur des fonds vaseux, situés entre 75 et 120 m. La Grande vasière, dans le golfe de Gascogne (Bez & al., 1995) et la grande sol au sud de l'Irlande (Fives & al., 2001), sont les plus importantes nourriceries du merlu.

Le cycle de reproduction détermine les principales migrations et la répartition géographique des différents groupes d'âge: Après la phase larvaire, les juvéniles restent deux ans et demi sur les vasières, vers l'âge de trois ans (31 cm), ils migrent vers les eaux plus côtières puis se dispersent sur l'ensemble du plateau continental. Les adultes rejoignent ensuite le talus pour y pondre (**Guichet, 1996**).

**Tableau 3:** Synthèse des périodes de ponte du *Merluccius merluccius* selon différents auteurs et selon les différentes régions.

<b>Auteurs</b>	<b>Région</b>	<b>Période de ponte</b>
<b>Lago de Lanzós, 1993; Valencia &amp; al, 1989; Alvarez &amp; al, 2001</b>	le nord et le nord-ouest des eaux Ibériques	février et mars
<b>Arbault &amp; Lacroix-Boutin, 1969; Sarano, 1983; Martin, 1991; Casarino &amp; Motos, 1996; Lucio &amp; al., 2000; Lannin (2006).</b>	le golfe de Gascogne	entre janvier et mai
<b>Clark, 1920; Coombs et Mitchell, 1982; Horstman, 1988; Fives &amp; al., 2001; Lannin (2006).</b>	mer Celtique	entre avril et juin
<b>Hickling, 1930; Hickling et Rutemberg, 1936; Fariña et Fernández, 1986.</b>	Sud et à l'Ouest de l'Irlande	mars à juillet
<b>Hickling, 1930; O'Brien, 1986</b>	les eaux de de l'Ouest Ecosse	avril à juillet
<b>Kvenseth &amp; al, 1996</b>	les eaux occidentales de la Norvège	août
<b>Recasens &amp; al., 1998 ; Olivar &amp; al., 2003.</b>	golfe de Lion	s'étale sur toute l'année
<b>Arneri &amp; Morales-Nin, 2000</b>	Mer Adriatique	Juin à août
<b>Bouhlal (1975)</b>	Nord Tunisie	s'étale sur toute l'année
<b>Bouaziz &amp; al., 1998b</b>	Baie de Bou-Ismaïl	Janvier à mars et d'octobre à décembre
<b>Belhoucine, 2012</b>	Baie d'Oran	Janvier à mars et d'octobre à décembre

Le merlu montre une distribution de ses différents stades de vie fortement liée à la profondeur et le développement embryonnaire des œufs émis au niveau de la rupture du plateau continental et du haut de la pente (autour des 200 m) durant quelques jours (**Coombs & Mitchell 1982**). Les larves ainsi produites vivent dans le plancton, où leur métamorphose en juvénile se déroule en moyenne en deux mois (**Motos & al., 2000, Morales-Nin & Moranta 2004**).

D'après (**Oliver & Massutí 1995, Belcari & al., 2006, Orsi Relini & al., 2002, Maynou & al., 2003, Goñi & al., 2004**), l'installation des juvéniles dans les zones de nourricerie du plateau continental, avec des abondances plus fortes sur les fonds de 100 à 200 m, a lieu pour des individus dont la longueur totale est de 2,5 à 3 cm. Les jeunes adultes sont répartis sur l'ensemble du plateau continental, et les adultes plus âgés vivent à des profondeurs plus importantes au niveau de la pente continentale et des têtes de canyons.

L'ensemble des travaux réalisés a permis d'identifier les habitats des différents compartiments des populations de merlu (larves, juvéniles et adultes), mais la connaissance des différents habitats utilisés par un même compartiment est très limitée en particulier pour les juvéniles qui sont pourtant présents sur l'ensemble du plateau continental.

Les études déjà réalisées sur la reproduction de *Merluccius merluccius*, du côté Atlantique (**Sarano, 1986 ; Lucio & al., 2000 ; Fives & al., 2001 ; Piñeiro & Sainza, 2003 ; Álvarez & al., 2004 ; Murúa & Motos, 2006; Lannin, 2006; Domínguez-Petit, 2007; Silva & al., 2007**) ou bien dans la Méditerranée (**Recasens & al., 1998; Arneri & Morales-Nin, 2000; Morales-Nin & Moranta, 2004; Bouaziz & al., 1998b; Belhoucine, 2012**), mentionnent des périodes de ponte qui s'étalent sur toute l'année.

Les mêmes études faites sur le côté Atlantique et à l'Ouest de la Méditerranée, bien qu'elles soient plus nombreuses, aucune étude sur la reproduction de *Merluccius merluccius* sur la **Côte-Est algérienne** n'avait été réalisée avant cette étude. De manière générale, la cinétique de l'ovogenèse n'a pas été détaillée pour cette espèce, en plus la valeur de la fécondité n'a pas été estimée, même la nature déterminée ou indéterminée de celle-ci n'a pas été établie.



---

---

*Matériels et méthodes*

---

---

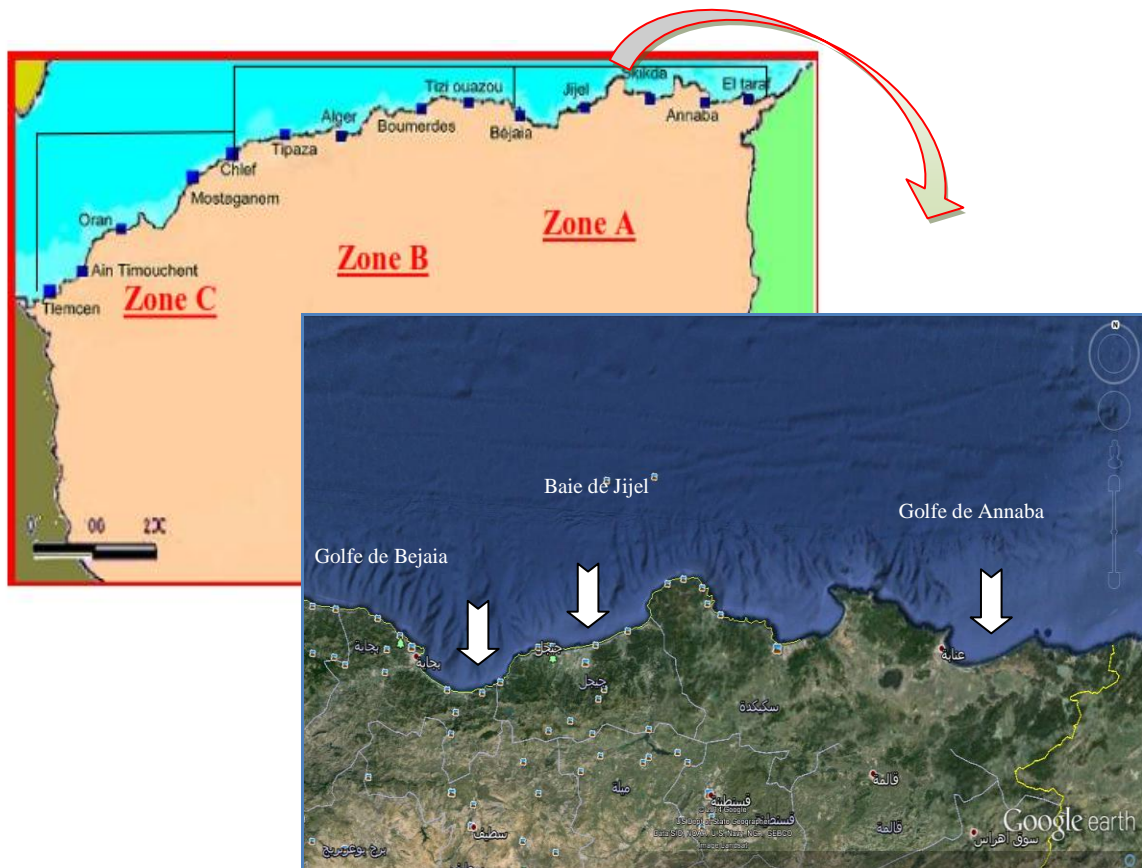


## I. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le bassin algérien est localisé au Sud du bassin occidental méditerranéen à une latitude de 35° à 40° Nord pour une longitude de 2° Ouest à 7° 45 Est. Il est situé à l'Est de la Mer d'Alboran, entre l'Algérie au Sud, les îles Baléares au Nord-Ouest et la Sardaigne au Nord-Est. L'Algérie dispose d'une large façade maritime qui longe d'Est à l'Ouest la Méditerranée sur 1 280 Km et s'étire du Nord vers le Sud sur près de 2 000 km (Benzohra & Millot, 1995).

### 1. Localisation géographique et circulation générale de la Méditerranée

L'Algérie dispose d'un littoral d'environ 1 280 Km, de la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Algéro-Tunisienne à l'Est (Fig. 20). Ce long littoral est caractérisé par un plateau continental réduit sauf à l'extrême Ouest, dans la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) et à l'extrême Est, dans la région d'El Kala (wilaya d'El Taref). La superficie maritime sous juridiction nationale algérienne offre près de 9,5 millions d'hectares pour l'exercice de la pêche.



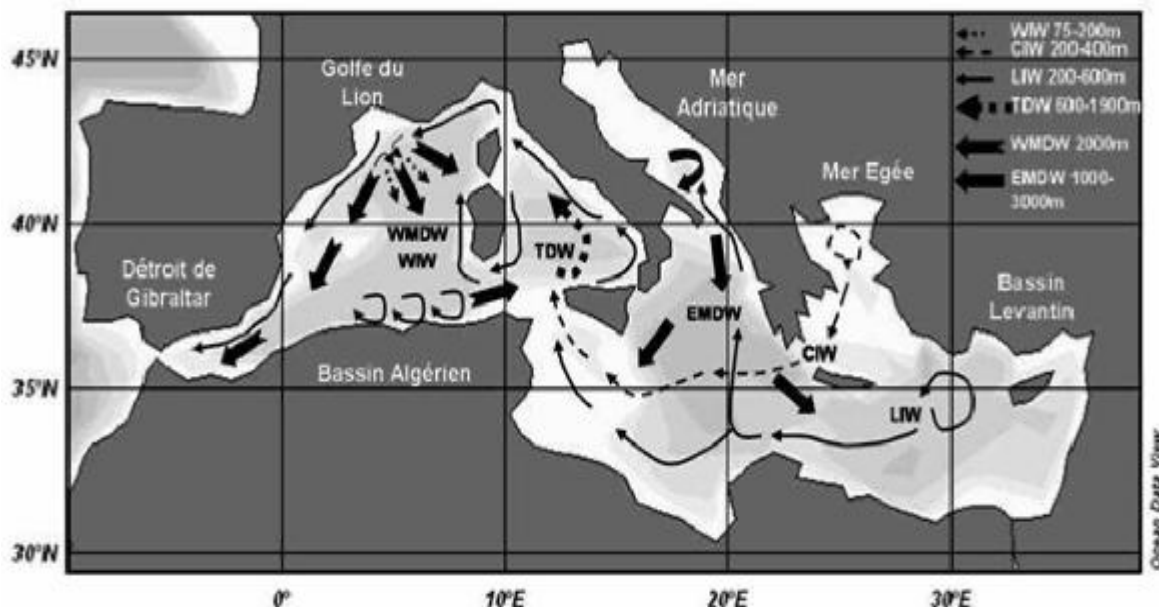
**Figure 20:** Position géographique du littoral algérien dans le bassin de la Méditerranée et localisation des zones d'étude.



L'immensité de ce littoral, à grande vocation maritime, nous amènera plus loin à une présentation plus détaillée de zones d'échantillonnage à savoir « le Golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le Golfe de Annaba ». A ces données sont associées les informations obtenues par la campagne d'évaluation des ressources halieutiques démersales « ALDEM 2014, CNRDPA » à bord du bateau scientifique «GRINE Belkacem », le long du littoral algérien en juin 2014.

Les eaux circulant le long de la côte algérienne sont caractérisées par deux couches d'eaux superposées, l'eau atlantique modifiée et l'eau méditerranéenne. L'eau atlantique pénètre, en effet, dans la mer d'Alboran où ses caractéristiques initiales commencent à s'altérer, donnant ainsi naissance à l'eau atlantique modifiée (**Benzohra, 1993**). Ce même auteur signale la présence de cette eau dans le bassin algérien où elle se reconnaît dans une couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15 à 23°C en surface et de 13,5 à 14°C en profondeur et des salinités allant de 36,5 à 38 ‰.

Le long des côtes algériennes, l'eau atlantique modifiée décrit un écoulement plus ou moins stable avant de se diviser en deux branches. Dans le bassin algérien, l'eau atlantique modifiée pénétrerait sous forme d'une veine de courant étroite qui donne naissance à des méandres et tourbillons côtiers associés à des upwellings (**Fig. 21**). Ces derniers favoriseraient une forte productivité biologique et, par conséquent, une augmentation des capacités trophiques du milieu (**Millot, 1987; Millot, 1989; Benzohra, 1993; Millot & Taupier-Letage, 2005**).



**Figure 21** : Circulation globale des eaux dans le bassin de la méditerranéen (**Ait Ameer, 2006 in Anonyme, 2012**).

En fonction de ses caractéristiques, l'amplitude, la longueur d'onde, l'épaisseur de la tranche d'eau et la nature du fond, la houle transporte des matériaux du large vers la côte "flot de fond". En revanche, un courant de compensation engendré par le retour, des eaux "underflow" repousse les particules mises en suspension vers le large. Les vents d'Ouest provoquent des houles de tempêtes très forte, peuvent atteindre des hauteurs de 3 m en hiver, en automne et au printemps, par contre ces houle suivent la direction Est et Nord qui sont toujours dominant pendant la période estivale (Millot, 1985).

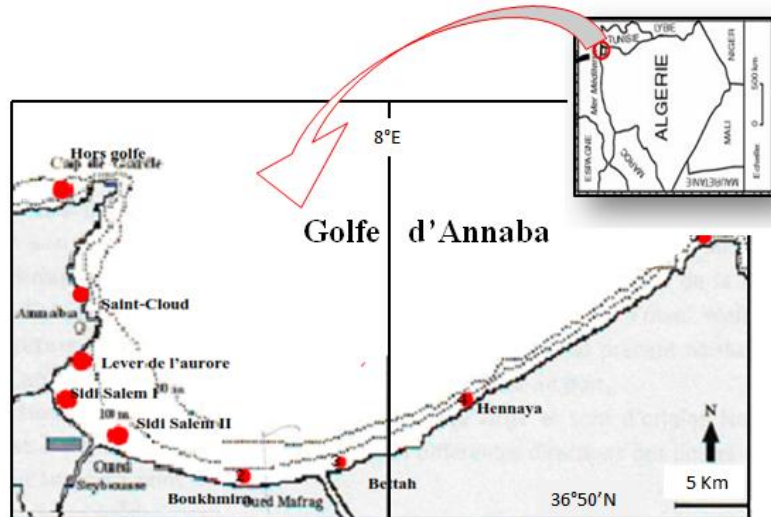
Le courant algérien instable, qui arrive du côté Ouest, longe les côtes et tourbillonne, donne naissance dès 1°-2° à des tourbillons de moyenne échelle (50 Km de large) de différents sens ainsi qu'a des phénomènes d'upwelling, le tout dérivent vers l'Est. Une branche secondaire se détache et s'incurve dans la partie orientale de la baie de Bejaia en se déplaçant vers l'Est à une vitesse inférieure à 7 nœuds (12,6 Km/h). Il crée alors des courants résiduels se dirigeant vers la côte dont la vitesse est inférieure à 0,5 nœuds. Ces derniers, au contact de la côte engendrent des courants de dérive littorale qui agissent dans les zones de déferlement par une remise en suspension des sédiments. Seuls les tourbillons anticycloniques avec l'upwelling attaché à leur bord Sud-ouest, croissant leur taille avec l'avancée des eaux. Ces phénomènes hydrologiques de moyenne échelle jouent un rôle déterminant dans les processus biologique.

## 2. Zone d'étude

Dans le souci de réaliser une étude complète sur la biologie de *Merluccius merluccius*, trois principales zones représentatives le long de la côte Est algérienne ont été choisies: le Golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le Golfe de Annaba.

### 2.1.1. Le Golfe de Annaba

Situé à l'extrême Est du littoral algérien (Fig. 22), est limité à l'Est par le Cap Rosa (8° 15' E 36°58'N) et à l'Ouest par le Cap de Garde (57° 16'E et 36° 58'N). La distance séparant les deux caps est d'environ 21.5 milles (40Km). La profondeur maximale des eaux est de 65m. Le plateau continental est accidenté et nettement restreint au nord du Cap de Garde (4.5 milles), puis s'élargit dans le golfe jusqu'à 14,05 milles (27km) pour se rétrécir légèrement à l'Est au voisinage du Cap Rosa (Vaissiaire & Fredj, 1963).



**Figure 22 :** L'extrême Est du littoral algérien : le Golfe de Annaba.

Du point de vue sédimentologie, le fond marin débute par du sable fin dans le secteur Ouest puis ce sable se mélange avec de la vase fine dans le secteur Est. Une chaîne d'herbiers à *Posidonia oceanica* installées sur des substrats rocheux souvent entrecoupés par des zones sableuses (Maurin, 1962; Pergent & al., 1990). Au large du golfe, on trouve essentiellement des vases terrigènes molles mélangées à du sable ou des débris conchyliens. Au delà, le prolongement du golfe vers les vallées de Tabarka (Tunisie), le substrat est constitué surtout de vase terrigène gluante.

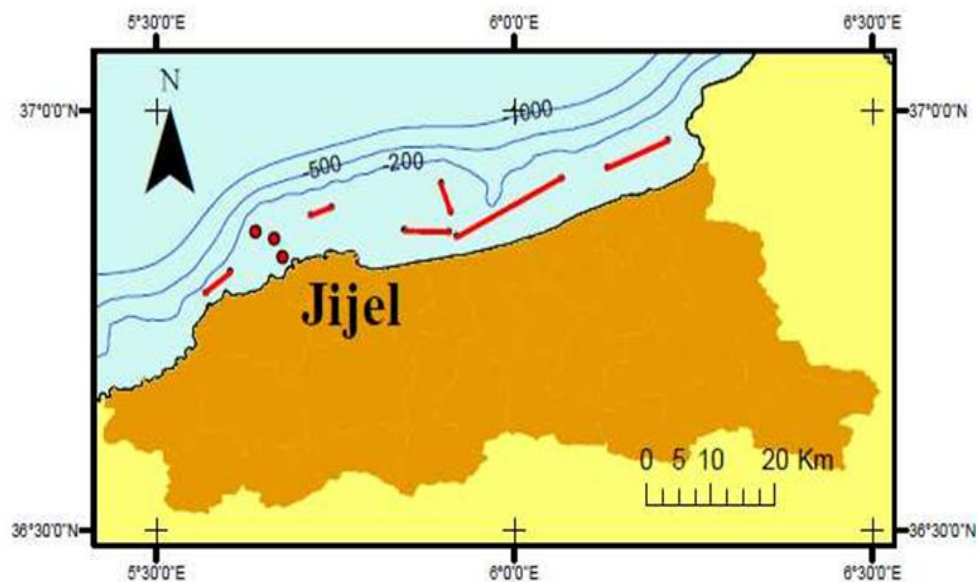
La température varie entre 16°C en hiver et 28.8°C en été avec une amplitude de 12.8°C (Frehi, 1998), la température joue un rôle important dans les variations de densité de l'eau. Ounissi & al. (1998), rapportent que l'écart de la température, entre l'eau de surface et celle se trouvant à 50 m, dépasse 4°C, quant à la salinité, la différence entre l'eau de surface et celle des profondeurs, n'excède pas 1psu.

## 2.2. La Baie de Jijel

La wilaya de Jijel est située au Nord - Est de l'Algérie, elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la wilaya de Béjaïa, Sétif et Mila au Sud, et Skikda à l'Est. Elle se situe entre les latitudes Nord 36° :10' et 36° :50' et les longitudes Est 5° :25' et 6°:30'. La wilaya de Jijel s'étend sur une superficie de 2.398,69 km<sup>2</sup> et possède une façade maritime de 120 km (Fig. 23).

La Partie Ouest de Jijel ville est formée de criques rocheuses intercalées par quelques petites plages sableuses, par contre la côte Est est constituée d'une plage sableuse rectiligne et assez large. La superficie de la zone réservée à la pêche (eaux sous juridiction nationale) est de 10 660 km<sup>2</sup>. La zone de pêche autorisée, commence à la limite de l'isobathe de 40 mètres. Du 1 mai au 31 août, la pêche chalutière s'exerce au delà des 3 miles nautiques à compter des lignes de référence pêche (**DPRH : Direction de la Pêche et des Ressources Halieutiques de Jijel, 2014**).

La Baie de Jijel illustre la variété de site sous marin de la région. Trois compartiments morphologiques apparaissent nettement ; à l'Ouest, le plateau de Jijel accidenté, échanuré dans sa partie médiane au niveau du rebord, atteint son maximum d'extension au droit du haut-fond du même nom (12 km). La pente continentale qui succède au large est accore (15°). Entre ce haut-fond et le Ras Oum-Achiche, tout change : la surface du plateau continental s'apparente à celle d'un talus d'accumulation de matériaux meubles. Sa pente est moyenne et très régulière. On retrouve des festons d'ordre différent avec criques sous marins et pédoncules inter-thalweg : criques de Seddets, de l'Abrioun, séparé par un bombement à l'endroit de l'embouchure de l'oued El kébir (**Leclaire, 1972**).



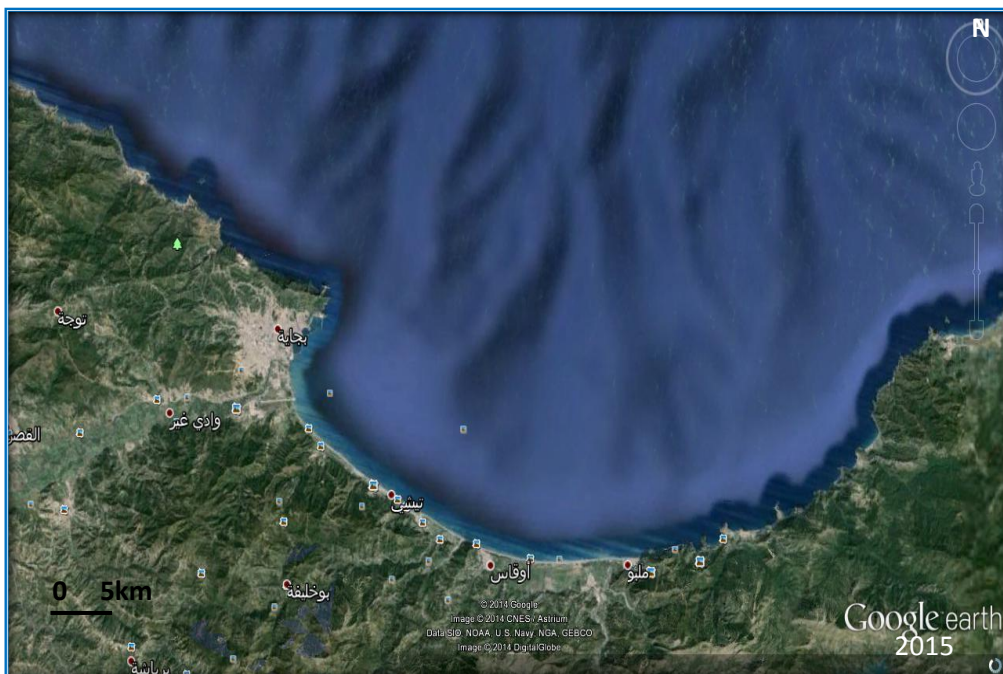
**Figure 23 :** Zones de pêche dans la Baie de Jijel.

Le plateau continental jijelien s'élargit entre le môle granitique de Collo et la grande barre calcaire de Béjaïa jusqu'à Collo. Il devient calcaire et particulière au niveau d'un secteur à hauts-fonds qui sépare le Golfe de Béjaïa de la Baie de Jijel.

Les sédiments de la zone d'étude du plateau de Jijel sont de nature calcaire (vase calcairéo-siliceuses) qui couvrent une surface relativement importante. Ainsi que les sédiments siliceux qui représentent 63 à 64% du recouvrement sédimentaire du plateau continental. Les sables et les sablons siliceux couvrent la plage de l'oued Zhour, la grande plage de Jijel et les plages de la côte rocheuses de Jijel à Ziama Mansouriah. (Leclaire, 1972).

### 2.3. Le Golfe de Béjaïa

La ville de Béjaïa est située à environ 250 km à l'Est d'Alger, avec une superficie de 3261.26 Km<sup>2</sup>, elle compte une façade maritime d'environ 100 km située entre les limites géographiques du découpage administratif de la wilaya de Tizi-Ouzou à l'Ouest et de la wilaya de Jijel à l'Est. Le Golfe de Béjaïa qui présente la forme d'un croissant (**Fig. 24**), ouvert vers le Nord au cœur de la Méditerranée, limité à l'Est par le cap Cavallo, à l'Ouest et au Nord par le mont de Gouraya et ses prolongements les caps Carbon et Bouak, mais la rade proprement dite s'étend du cap Bouak à l'embouchure de la Soummam (Millot & Taupier-Letage, 2005).



**Figure 24** : Carte géographique du Golfe de Béjaïa.

Le Golfe de Béjaïa est une importante échancrure délimitée par les falaises jurassiques du cap Bouak à l'Ouest et le massif volcanique miocène d'El- Aouana (ex Cavalo) à l'Est. Ce golfe se singularise par sa morphologie très particulière avec un plateau continental peu étendu, et un talus continental festonné par d'imposantes “**criques**” (Cap Aokas, Béni-Segoual) d'où partent des vallées sous-marines et un littoral sablonneux (dunes) qui borde le pied des falaises (**Leclaire, 1972**).

La profondeur maximale du golfe est d'environ 1000 m avec une largeur moyenne de 1,5 km. Au niveau du port, entre l'isobathe -10 à -70 m, on a un fond de boues et de vases calcaires-argileuses qu'on retrouve face à l'oued Soummam entre l'isobathe -50 m et la rupture du plateau continental. Entre le petit canyon et l'oued Djemaa et entre les isobathes -30 m et -50 m on retrouve une mince bande de vase silico-calcaire. Dans la partie la plus large du plateau continental, entre Béjaïa plage et l'embouchure de l'oued Djemaa, de la côte vers l'isobathe -30m on trouve du sable et du sablon siliceux sous forme d'une bande qui rétrécit à partir de l'oued Zitoun jusqu'à Ziama Mansouria. Au delà du plateau continental, un fond de boues argilo-siliceuses est présent tout le long de la côte, de Béjaïa à Jijel. (**Leclaire, 1972**).

D'après les travaux de la campagne « THALASSA (1982) » et « ICHTYS JOAMY » (1982), entre le littoral et l'isobathe 200 m, deux faciès dominant :

- Les sables et les sablons siliceux sur les bandes littorales.
- Les boues silico-argileuses entre l'isobathe 40 m et la bordure continentale.

En allant d'Ouest en Est, la température et la salinité augmentent pour atteindre des valeurs moyennes de 24,91 C° et de 36 ‰ dans la région de Annaba. Cependant la région de Béjaïa est traversée par plusieurs Oueds drainant les eaux de ruissellement plus exactement dans la baie de Béjaïa dont les plus importants sont Oued Soummam (90Km), Oued Djemaa (46Km), Oued Agarioun (80Km) et Oued Zitoun (30Km) et le fait que cette région côtière est assez arrosée avec une pluviométrie moyenne de 900 mm/an. La température et la salinité ont des valeurs particulièrement basses, la première varie entre 18,5 à 19 C° et la seconde ne dépasse jamais 36,55‰. Ceci serait dû à l'existence de plumes d'eau froide « cool-plumes » (**Millot, 1985**).

## II. PERIODICITE ET TYPE DE PRELEVEMENTS

Les prélèvements nécessaires à l'étude de la croissance et la biologie de la reproduction ont été effectués juste après la mise à quai de la production halieutique des chalutiers et/ou petits métiers. Des spécimens du poisson étudié ont été récupérés tous les mois auprès des marins-pêcheurs de plusieurs bateaux afin de réaliser un suivi complet et plus précis de la maturation des gonades.

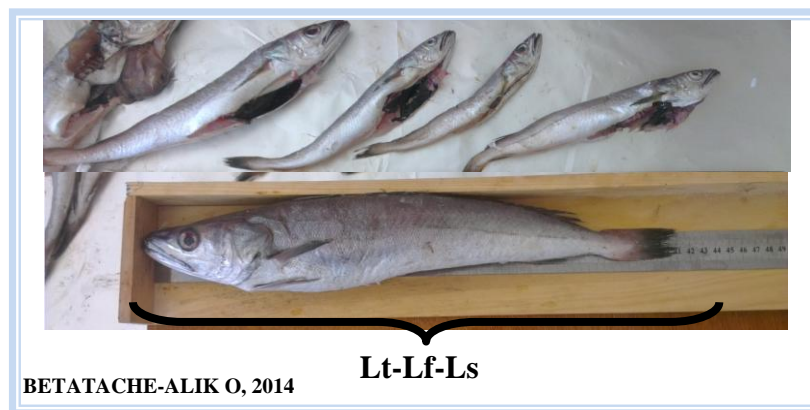
Au cours de la période allant du Septembre 2013 à Septembre 2014, un échantillon, de 810 individus oscillant entre 9,8 et 81,9 cm sont pris en considération, a été prélevé. Entre 10 et 60 individus ont été analysés chaque mois, chaque poisson échantillonné a fait l'objet des mesures et relevés suivants :

### a. Les paramètres biométriques

Différentes longueurs (totale (**Lt**), à la fourche (**Lf**) et standard (**Ls**)) sont prises sur une planche Ichtyomètre au millimètre près (**Fig. 25**).

### b. Les pesées des poissons

Les poids total (**Wt**) et éviscéré (**W<sub>ev</sub>**) des poissons ont été portés à l'aide d'une balance d'une portée de 3 kg et d'une précision de 0,05g.



**Figure 25** : Mesures biométriques de *M. merluccius* à l'aide d'un ichtyomètre manuel.

### c. Prélèvement et pesée des gonades

Nous avons prélevé et pesé les gonades, tous sexes confondus, ainsi que le foie de tous les poissons ayant servi à l'étude de la reproduction à l'aide d'une balance de précision de 1mg.

### d. Traitement des gonades

Le suivi de l'évolution de la gamétogenèse est un élément clé qui peut permettre de préciser les périodes de ponte chez le poisson. Ainsi, nous avons prélevé près de 450 gonades d'individus provenant de différents sites d'étude, à des stades de maturité différents pour une étude histologique.

## II. LA REPRODUCTION DU MERLU

Les principaux buts de ce travail sont la détermination du sex-ratio, des différents stades de maturité, la taille à la première maturité sexuelle, la période de la ponte par le suivi des indices Gonado-Somatique et Hépat-Somatique et l'indice de condition, en plus de la mise en évidence des étapes de l'ovogenèse et de la spermatogenèse.

### 1. Détermination du Sex-Ratio

La distinction des sexes est relativement aisée notamment durant la période de gamétogenèse avancée. En effet elle est basée sur la couleur du manteau qui est blanchâtre chez les mâles et rose saumon à orangé chez les femelles. Selon **Kartas & Quignard, 1984**, le sex-ratio (**SR**) est exprimé de diverses manières :

- Il peut correspondre au pourcentage respectif des mâles ou des femelles par rapport à la population échantillonnée ;
- Le taux de féminité ou bien le taux de masculinité ;
- Le rapport du nombre des mâles sur le nombre des femelles ou bien le contraire ;
- Comme on peut l'expliquer par le nombre des mâles pour 100 femelles.

$$\text{SR} = M/F$$

Où

$$\text{SR} = F/M$$

Où

$$\text{SR} = M/100F$$

Le succès de la reproduction du poisson dépend de la proportion des mâles et des femelles en plus des conditions de l'environnement, pour cela, un indice biologique important est calculé à partir des données de la répartition des sexes ou sex-ratio qui est déterminé à partir de l'observation macroscopique des gonades.

Notre étude est portée sur 810 individus. Après avoir déterminé un sex-ratio global, nous avons déterminé l'évolution de cet indice au cours d'un cycle annuel en fonction des mois. L'évaluation de ce dernier est dans le but de déterminer l'abondance d'un sexe par rapport à l'autre au sein de la population étudiée, par mois pour pouvoir suivre la dynamique des proportions des deux sexes ainsi la distribution des sexes par rapport aux classes de taille au centimètre près.

## 2. Cycle de reproduction

### 2.1. Examen macroscopique des gonades « stades de maturité sexuelle »

L'étude macroscopique des gonades permet d'évaluer rapidement l'état de maturation d'un grand nombre de poissons. Des modifications morphologiques et structurales s'imposent



au cours du cycle reproductif à la gonade et peuvent être subdivisés en plusieurs périodes suivant le degré de maturation des gonades. Les stades de maturité sexuelle permettent d’apprécier le niveau de développement sexuel des poissons et non pas que le poisson soit sexuellement mûr ou non.

Des stades peuvent être distincts à l’œil nu mais une distinction plus poussée entre les stades peut être effectuée par un examen histologique. La détermination du stade de maturité sexuelle de chaque individu échantillonné repose sur les critères morphologiques suivants:

- La couleur, la forme et la vascularisation;
- L’épaisseur et la transparence de la paroi ovarienne;
- La consistance ainsi que le volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale.

Les différentes observations nous ont conduit à choisir une échelle de maturité inspirée de celle de **Fontana (1969)**; de sept stades, nous l’avons réduite à cinq, car il nous a paru difficile de distinguer le stade immature (I) de celui du repos (II) et que pour nous, l’atrésie (stade, VI) débute avec la post-ponte (stade, VII). Ainsi, cinq stades pour les femelles et quatre pour les mâles sont préconisés dans les tableaux **(4 et 5)**.

**Tableau 4:** Stades de maturité sexuelle adoptée pour les femelles.

Stade	Observation
<b>Stade I</b> <b>Ovaires immatures</b>	Les ovaires immatures ou au repos sexuel avec de petites gonades assez fermes, transparentes ou roses claires ; les ovocytes sont invisibles.
<b>Stade II</b> <b>Début de la maturation</b>	Les ovaires sont de taille moyenne, en voie de maturation, ovaire ferme et de couleur variant du rose pâle à l’orange clair ; quelques ovocytes sont parfois visibles par transparence à travers la membrane ovarienne.
<b>Stade III</b> <b>Ovaires en maturation, stade pré-ponte</b>	Les ovaires augmentent de volume, de couleur jaune orangé. Les ovocytes, visibles à travers la paroi ovarienne, rendent la surface des ovaires granuleuse. La vascularisation est fine mais très importante
<b>Stade IV</b> <b>Ovaires mûrs ou stade de ponte</b>	ovaire sont au maximum de leur développement, volumineux occupant toute la cavité abdominale avec une membrane ovarienne très fine, de couleur orange. Les ovules hyalins sont visibles, parfaitement arrondis et font saillie à la surface de la gonade et sont expulsés à la moindre pression exercée sur l’abdomen.
<b>Stade V</b> <b>Stade de post-ponte</b>	Les ovaires sont flasques de couleur rouge-rosée et l’aspect général caractéristique d’un sac vide.

**Tableau 5:** Stades de maturité sexuelle adoptés pour les mâles.

Stade	Observation
<b>Stade I : Testicules immatures</b>	Les testicules sont sous forme de filaments incolores.
<b>Stade II Début de la maturation</b>	Les testicules fins en forme de lame de couteau, sont de couleur blanchâtre.
<b>Stade III Testicules en maturation, stade pré-émission</b>	Les testicules, à aspect irrégulier en forme de lame de couteau, deviennent épais avec début de vascularisation.
<b>Stade IV Testicules mûrs ou stade d'émission.</b>	Le volume des testicules est très important, de couleur blanchâtre avec une riche vascularisation.
<b>Stade V Stade de post-émission.</b>	Les testicules sont flasques de couleur rouge due à l'intense vascularisation.

## 2.2. Rapports pondéraux

### 2.1. Rapport Gonado-Somatique (RGS)

Il est parfois difficile de décider entre deux stades de maturité sexuelle suite à l'observation macroscopique des gonades. Ces dernières se développent d'une façon continue et il est souvent nécessaire de disposer en même temps de tous les stades de maturation pour pouvoir classer les poissons avec précision.

Devant l'incertitude du diagnostic de ces échelles, une mesure plus objective et d'une façon complémentaire a pour but d'évaluer l'état de maturité des gonades et le suivi d'indices de maturité à partir du poids des gonades et du poisson.

Selon les différents auteurs, le poids du poisson peut être considéré comme étant celui du poisson plein ou du poisson éviscéré. Dans notre étude, le **RGS** a été calculé entre le poids des gonades (**Wg**) et le poids du poisson éviscéré (**W<sub>ev</sub>**), en raison de la grande quantité de graisse qui s'accumule dans la cavité abdominale à certaines périodes de l'année. Le RGS se calcule selon la formule suivante:

$$\text{RGS (\%)} = \frac{\text{Poids des Gonades (Wg)}}{\text{Poids du poisson éviscéré (W}_{ev})} \times 100$$

L'évolution dans le temps du RGS de l'ensemble des poissons permet de :

- Localiser la période à partir de laquelle les gonades commencent à se développer ;
- Le moment où la maturité est maximale ;
- La période d'émission des gamètes lorsque le RGS chute après avoir atteint son maximum.

## 2.2. Rapport Hépat-Somatique (RHS)

Plus indirectement lié à la maturation des gonades, ce rapport permet d'évaluer l'état des réserves hépatiques au cours de l'année. Le développement des gonades demande un apport important d'énergie et les réserves du poisson sont donc susceptibles de varier dans le temps avec la maturation. Il est alors fréquent de voir évoluer le Rapport Hépat-Somatique parallèlement au Rapport Gonado-Somatique avec le plus souvent un léger décalage dans le temps.

Les réserves du poisson s'épuisent alors que les gonades atteignent leur plein développement, donc le foie subira au cours du cycle sexuel des variations significatives en poids et en volume.

Dans la présente étude le **RHS** sera calculé, pour estimer l'état des réserves des poissons échantillonnés, comme suit:

$$\text{RHS (\%)} = \frac{\text{Poids des Foie (g)}}{\text{Poids du poisson éviscéré (W}_{ev})} \times 100$$

D'après **Baron (1983)**, ce raisonnement est valable pour le poisson blanc mais pas pour les poissons dit "gras" qui stockent des réserves dans les tissus musculaires et dans la cavité abdominale: d'autres indices doivent alors être établis pour ces espèces.

## 2.3. Taille à la première maturité sexuelle

Malgré l'utilisation de critères précis, l'estimation de la maturité sexuelle des poissons par l'examen macroscopique des gonades reste subjective (**West, 1990**). La taille de première maturité peut être définie comme la longueur à laquelle tous les individus d'une population peuvent se reproduire pour la première fois. Sa situation est comme suit :

- Certains auteurs la situent entre la taille de la plus grande femelle immature et celle de la plus petite mature.
- D'autres la fixent à la taille à partir de laquelle toutes les femelles sont mûres.
- **Fontana & Le Guen (1969)**, la fixent à la taille à laquelle 50 % des individus sont matures.

Cette dernière proposition est la plus souvent retenue et c'est celle-ci qui a été adoptée dans ce travail. Afin d'estimer avec précision la **L<sub>50</sub>**, l'échantillonnage doit être porté uniquement sur les individus en maturation. La taille de première maturité a été déterminée

pour les femelles, les mâles et aussi pour le stock tous sexes confondus. Cette dernière constitue une donnée primordiale pour l'évaluation de la biomasse exploitable du merlu.

Pour ce qui est de la distribution des sexes et après élimination de l'inventaire de tous les poissons à sexes indéterminés, les taux de masculinité "  $T_M$  " et de féminité "  $T_F$  ", définis ci- après:

$$\text{Taux de féminité} = \frac{F}{(F+M)} \times 100$$

: nombre de femelles

$$\text{Taux de masculinité} = \frac{M}{(F+M)} \times 100$$

: nombre de mâles

### 3. Facteur de condition

L'indice de condition (**I.C**) reflète les conditions physiologiques des organismes vivants. La variation annuelle de cet indice pourrait nous donner une idée sur l'état de la gonade et sur le déroulement du cycle reproducteur et éventuellement déterminer la période d'émission des gamètes (la ponte).

Plusieurs espèces de poissons présentent des variations saisonnières de leurs compositions biochimique et énergétique associées à l'alimentation, la migration, la maturation et la ponte. La réserve énergétique des muscles est plutôt associée aux protéines, tandis que l'énergie contenue dans le foie est constituée essentiellement par des lipides. En absence d'analyses biochimiques plus précises, deux indices simples, le facteur de condition et le Rapport Hépat-Somatique, peuvent fournir une estimation des variations saisonnières des réserves d'énergie (**Lambert & Dutil, 1997**).

Des corrélations entre les variations saisonnières et d'autres paramètres, tel que le R.G.S, peut aider à connaître le moment et la durée de la maturation des gonades, car à cette période les transferts d'énergie vers les gonades sont considérables (**Htun-Han, 1978**). Le facteur de condition appelé également :

- Coefficient de condition ;
- Index pondéral ou Index de condition ;
- Condition d'embonpoint ; indice de nutrition.

La détermination du facteur de condition est faite à partir d'une relation poids-longueur ; les poissons les plus lourds, dans un intervalle de taille considéré, sont supposés être en meilleure condition ; c'est un indicateur de la « fitness » de la population (**Bolger &**

**Connolly, 1989**). Il est notamment plus faible après la reproduction.

**Hureau (1970)** précise que des nombreux facteurs agissent sur le coefficient de condition, tels que l'état de maturité sexuelle, la saison, le milieu, le sexe, l'âge et naturellement l'espèce. Nous avons exploité ce coefficient pour confirmer justement la période de reproduction.

Dans ce présent travail c'est le facteur de condition (**K**) de **Fulton (1904)** qui a été retenu et qui se présente comme suit :

$$K = (W_{ev}/L^3) * 100$$

**K** = Facteur de condition

**W<sub>ev</sub>** = Le poids du poisson éviscéré (g)

**L** = La longueur totale (g)

#### 4. Etude microscopique de la maturité sexuelle « Histologie des gonades »

L'examen macroscopique et le calcul des RGS et RHS permettent d'avoir une première information générale sur le déroulement de la reproduction en localisant :

- les périodes de maturation ;
- Et/ou de la ponte ;
- Et de repos sexuel de l'ensemble des poissons.

Cependant ces techniques restent relativement peu précises (**West, 1990**); pour avoir une connaissance plus détaillée du déroulement de la gamétogenèse et de la période de reproduction, il est indispensable de réaliser un examen microscopique des gonades.

##### 4.1. Préparation des coupes histologiques

Pour chaque individu étudié, mâle ou femelle, les gonades ont été prélevées (concernant les grands spécimens une partie au centre de l'organe est concernée). Des fragments d'ovaire, sont fixés dans le Bouin Hollande, pendant deux semaines. Les échantillons conservés ont subi une série de traitements.

###### a. Fixation

La fixation permet d'immobiliser les structures et les constituants cellulaires dans un état aussi voisin que possible du vivant et ainsi les conserver pour permettre des préparations permanentes. Premièrement La fixation dans du Bouin Hollande (**Annexe 1**), pendant 5 à 6 jours au minimum; la fixation peut durer jusqu'à un mois.

***b. Déshydratation***

Ils sont ensuite déshydratés dans des bains d'alcool successifs, de degrés croissants (**Annexe 1**) pendant une heure pour chaque bain.

***c. Eclaircissement***

Le remplacement de l'éthanol par un solvant, le butanol pour éclaircissement est destiné à chasser l'éthanol.

***d. Inclusion dans la paraffine***

L'inclusion proprement dite dans la paraffine fondue prend la place du solvant. La pièce imbibée de solvant est ensuite imprégnée à chaud dans la paraffine fondue (**Annexe 1**).

***e. Enrobage et coulage des blocs.***

La préparation des blocs de paraffines se fait dans des moules appelés « cassettes » sur lesquelles on verse de la paraffine fondue. Les pièces sont positionnées verticalement ou horizontalement dans le moule afin que les coupes puissent ensuite être réalisées soit dans le sens transversal où bien longitudinal de la gonade.

***f. Réalisation des coupes au microtome***

Les blocs sont débités grossièrement afin de dégager la pièce de la paraffine pour obtenir une coupe entière. Ces derniers sont à nouveau coupés à 5 à 7  $\mu\text{m}$  d'épaisseur et les rubans constitués sont alors trempés dans de l'eau pendant 4 à 5 mn à 50°C, dans le but de les déplisser. Cette phase réhydrate légèrement la pièce en surface et permet de réaliser des coupes d'ovocytes de grandes tailles et non plissés (**Gabe, 1968**).

Les rubans de coupes sont placés soigneusement sur des lames en verres étiquetées et placées sur une plaque chauffante à une température de 50° pendant une demi-heure puis portées sur les ports lames et mises en séchage dans une étuve à 25° pour une durée d'une nuit.

## **4.2. Technique de coloration**

***a. Réhydratation des coupes***

Le déparaffinage implique l'élimination de la paraffine préalablement à la coloration. En effet, la paraffine est hydrophobe tandis que les colorants sont hydrophiles. C'est pour cela que la coloration des coupes comporte une étape de déparaffinage et de réhydratation.

Cette étape est assurée par une succession de bains, d'abord dans un solvant permettant l'élimination de la paraffine (xylène) puis dans des alcools de titre décroissant, de 100° compatible avec le solvant précédent) jusqu'à 70° (compatible avec l'eau), avant un bain dans l'eau assurant la réhydratation finale (**Annexe 1**).

*b. Coloration des coupes*

La coloration permet la mise en évidence des noyaux et du cytoplasme des ovocytes, de différentes structures, des membranes et des thèques. Nous avons choisi deux types de coloration de routine à base d'hématoxyline et d'éosine pour donner une coloration de fond. Une réaction chimique nucléaire bleue résultant de l'action de l'hémalum et une coloration rouge provenant de l'action de l'éosine (**Annexe 1**).

*c. L'éclaircissement par immersion*

Il faut alors procéder à la déshydratation, opération inverse de celle menée au début. Les lames sont plongées à nouveau dans trois bains de xylène afin de les rendre transparentes (**Headden & Williams, 1968**).

*d. Montage des lames*

A la sortie du solvant, une goutte de résine de montage (Eukitt) est disposée sur la coupe et une lamelle est appliquée de façon à ce que la résine recouvre l'ensemble de la coupe, on dépose cette dernière soigneusement pour éviter la formation des bulles d'air. Après nettoyage de la lame, la préparation microscopique est alors prête à l'observation.

Ainsi les ovaires de 156 et les testicules de 75 individus ont été examinés pour la station de Béjaïa, 56 ovaires et 30 testicules pour la région de Jijel et 48 ovaires et 35 testicules pour la région de Annaba.

### III. ÂGE, CROISSANCE, MORTALITE et TAUX D'EXPLOITATION DU MERLU

L'âge, la croissance, la mortalité et le taux d'exploitation du merlu ont été déterminés pour la première fois sur des échantillons provenant de différents ports de la côte-Est algérienne, à savoir le Golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le Golfe de Annaba. Au cours de la période allant de septembre 2013 à septembre 2014, un échantillon de 810 individus oscillant entre 9.8 et 81.9 cm sont pris en considération.

#### 1. Analyse des structures d'âge

La méthode de **Tomlinson-Abramson (1961 in Harchouche, 2006)**, décrite par le programme de **Abramson (1971)** est basée sur un principe d'ajustement de types moindres carrés de la courbe de Von Bertalanffy (**Sparre, 1987**). Cette méthode considère toutes les valeurs observées, de plus elle permet de mieux apprécier les estimations des paramètres en minimisant la somme des carrés des écarts des points observés par rapport à la courbe ajustée.

Cette méthode nécessite comme données d'entrée, les couples d'âge-longueur calculés auparavant par la méthode de **Bhattacharya (1967, in Sparre & venema, 1996)**.

Cette dernière nous permet de scinder une distribution composite en distributions normales distinctes; c'est-à-dire lorsque le même échantillon contient plusieurs groupes d'âges (cohortes) de poissons. Appelée également méthode des différences logarithmiques, elle consiste à reporter sur un graphique les différences logarithmiques  $\Delta \log_{10} y$  en fonction des classes de tailles tel que :

$$\Delta \text{Log}_{10} y = \log_{10} y (x+h) - \log_{10} y(x)$$

$Y(x + h)$  : effectif de la classe  $x+h$ .

$Y(x)$  : effectif de la classe  $x$ .

Sur le graphe, on recherche des fragments de points de droite à pente négative. Le nombre de droites obtenu, correspond au nombre de composantes autrement dit aux groupes d'âge. Les moyennes de ces composantes, c'est à dire les tailles moyennes des différents âges, sont ensuite estimées par la formule suivante :

$$m = + (h/2)$$

$$\sigma^2 = h \times \cotg \theta - (h^2 / 12)$$

**m**: Abscisse des points d'intersection de droites de pente négative avec l'axe des abscisses.

**$\theta$** : angle aigu que fait la droite de pente négative avec l'axe des abscisses.

**h** : amplitude de classe.

**$h^2/12$**  : correction de Sheppard.

Notons que l'application de ces différentes méthodes à nos données a été effectuée à partir du logiciel **FISAT II** (Gayanilo & al., 2005).

## 2. Etude de la croissance de *Merluccius merluccius*

La méthode préconisée dans notre travail est la méthode indirecte pour la détermination de l'âge. Notre choix s'est porté sur cette méthode en raison de non disponibilité de matériel adapté, de l'insuffisance ou de la difficulté de lecture des otolithes et des écailles.

### 2.1. Croissance linéaire

Pour Von Bertalanffy, la croissance est considérée comme étant l'action simultanée de facteurs **anaboliques** proportionnels à la surface et de facteurs **cataboliques**, proportionnels au niveau du volume du corps. Les paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de l'équation de Von Bertalanffy s'exprime par la relation :



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

$L_t$ : longueur à l'instant  $t$  (cm);

$L_{\infty}$ : longueur asymptotique (cm);

$K$ : coefficient de croissance (relative à ce qui reste au poissons à croître).

$t_0$  : âge que le poisson aurait eu la taille 0 (mm).

Les paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  varient en fonction de l'espèce et du milieu.

La longueur asymptotique  $L_{\infty}$  et le coefficient de croissance  $K$  et  $t_0$  de l'équation de von Bertalanffy (1938) ont été estimés par le **Vew Vonbit For Excel**.

## 2.2. Croissance relative

D'une manière générale, la croissance relative permet de vérifier l'existence d'une corrélation liant le poids à la taille du poisson et de modéliser la relation. Si le poisson garde la forme générale et le même poids durant toute son existence, son poids sera proportionnel au cube de sa longueur; cette dernière est une fonction exponentielle.

### ➤ Relation taille-poids

La relation d'allométrie qui permet d'interpréter les changements de la forme des poissons en fonction de la taille est exprimée par la formule suivante:

$$W_{ev} = a L_T^b$$

$W_{ev}$ : Poids éviscéré (g);

$L_T$ : Longueur totale (cm).

$a$ : constante;

$b$ : Coefficient d'allométrie.

Pour éviter les aléas pondéreux liés aux contenus stomacaux, nous avons considéré le poids éviscéré « **W<sub>ev</sub>** ». Connaissant les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy, la croissance relative peut être linéarisée :

$$W_{ev} = b \cdot \ln L_T + \ln a$$

Ainsi, les paramètres « **a** » et « **b** » sont déterminés par le programme **Fish parm T.O** (Sailla & al., 1988). A partir de cette équation les paramètres **a** et **b** sont déterminés, fixant, ainsi le type d'allométrie:

- $b < 3$ : L'allométrie est **minorante**, le poids croît moins vite que le cube de la longueur ;
- $b = 3$ : La croissance est dite **isométrique**, le poids croît proportionnellement au cube de la longueur;
- $b > 3$ : L'allométrie est **majorante**, le poids croît plus vite que le cube de la longueur.

### 2.3. Croissance pondérale

A partir de l'équation de croissance linéaire et de la relation taille-poids, on peut établir l'équation de croissance en poids de Von Bertalanffy ou croissance pondérale. Le modèle descriptif s'écrit comme suit :

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

et

$$W = a L^b$$

$W$ : poids asymptotique en gramme,

$L$  : longueur asymptotique en centimètre,

$a$  et  $b$  : coefficients de la croissance relative entre le poids et la longueur.  $W_t$  : poids total du poisson au temps  $t$ .

$K$  et  $t_0$  sont respectivement le coefficient de croissance et l'âge auquel la taille est théoriquement nulle. Ces deux derniers facteurs sont les mêmes que ceux estimés pour la croissance linéaire.

## 3. Etude de la mortalité

La mortalité est définie généralement comme étant l'effectif des individus qui disparaissent durant un intervalle de temps  $t$ .

### 3.1. Mortalité totale ( $Z$ )

$Z$  est défini comme le coefficient instantané de mortalité totale ; avant d'estimer séparément la mortalité par pêche et la mortalité naturelle, il est convenable d'évaluer la mortalité totale (**Gulland, 1969**). Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de la mortalité totale  $Z$  qui se base sur :

- L'abondance d'une ou plusieurs classes d'âges;
- Le marquage ;
- L'analyse des relations **CPUE** – Effort de pêche;
- L'analyse des fréquences de tailles des captures.

La dernière méthode seule, convient au type de données disponibles sur le merlu de la côte algérienne. Elle aboutit à une courbe de captures selon les longueurs qui permet de procéder à une évaluation rapide de ( $Z$ ) (**Pauly & Monreau, 1997**).

**a. Méthode de Pauly (1984)**

Elle présente un double avantage : en plus de l'estimation de **Z**, elle permet l'évaluation de la taille de sélection. L'auteur propose de représenter sur un graphique le logarithme népérien de la fréquence relative (% ni) en fonction de l'âge relatif (**ti'**), Soit :

$$\text{Ln} (\%ni) = a \text{ ti}' + b$$

**ni** : L'effectif des individus pêchés dans la classe de taille de **rang i** (fréquences relatives);

**ti'** : l'âge relatif par classe de taille;

**a et b** : paramètres de la droite de régression.

L'âge relatif **ti'** est calculé à partir de l'expression de Von Bertalanffy (1938), avec la valeur de **to** = 0 (facultatif dans l'estimation de **Z**), soit :

$$\text{ti}' - \text{to} = - (1/K) [ \text{Ln} (1 - \text{Li}' / L\infty) ]$$

**Li'** : Le centre de classe de taille.

La courbe obtenue présente deux parties, seule la partie descendante est utilisée pour l'estimation de **Z**. Cette portion représente les classes d'âge entièrement capturables. La partie ascendante représente les classes d'âge incomplètement capturées, elle permet l'estimation de la taille de **sélection (L50)**.

**3.2. Mortalité naturelle (M)**

Chez une population exploitée de poissons, le coefficient instantané de mortalité naturelle (**M**), est l'un des paramètres les plus difficiles à évaluer directement, portant une valeur exacte que possible de (**M**), est nécessaire pour mettre en œuvre la plupart des modèles habituels de gestion des stocks (**Ricker, 1980; Beverton & Holt, 1956; Pauly & Monreau, 1994**).

**a. Méthode de Djabali & al. (1993)**

Des modèles empiriques proposés pour estimer (**M**), spécifiques aux poissons téléostéens de la Méditerranée puisque la méthode de Pauly (1984) pourrait introduire des biais dans la mortalité naturelle estimée.

L'équation de **Djabali & al., (1993)**, déduite de régressions linéaires multiples, est basée sur les paramètres de croissance et de mortalité de 56 stocks de poissons vivant en Méditerranée parmi lesquels notre espèce *M. merluccius*.

$$\text{Log}_{10} M = 0,0278 - 0,1172 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,5092 \text{Log}_{10} K$$

### b. Méthode de Pauly (1980)

Pauly, se basant sur quelques observations d'autres auteurs, montre que la mortalité diffère selon la taille des poissons, donc la mortalité naturelle chez les poissons est corrélée avec la longévité. Ceux de petites tailles ont une mortalité plus élevée que ceux de grandes tailles.

L'expression de Pauly lie le coefficient de mortalité naturelle ( $M$ ) à  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$ ; elle est établie sur la base de 175 stocks de poissons tropicaux dont cinq espèces vivent en Méditerranée. Il est supposé que la mortalité naturelle  $M$  reste constante pour toutes les cohortes considérées. En plus, la mortalité naturelle chez les poissons est corrélée avec la température moyenne de leur environnement.

L'équation empirique de **Pauly (1980)** est donnée par la formule suivante :

$$\text{Ln } M = -0.0152 - 0.0279 * \text{Ln } L_{\infty} + 0.6543 * \text{Ln } K + 0.463 * \text{Ln } T^{\circ}\text{C}$$

$L_{\infty}$  : Longueur totale asymptotique en cm de l'équation de Von Bertalanffy;

$K$  : Paramètre de l'équation de Von Bertalanffy;

$T$  : Température moyenne annuelle de l'eau où vit le poisson en °C.

Cette relation linéaire empirique a été établie à partir des régressions multiples dérivées de 175 jeux de donnée ( $M$ ,  $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $T^{\circ}$ ) extrait de la littérature pour des températures allant de 5° à 30°.

En général et selon l'estimation de **Beverton & Holt. (1959)** ; **Gulland. (1969)** et **Pauly (1980)**, il faut vérifier que  $k < M < 2K$ .

### 3.3. Mortalité par pêche $F$

Décrit la quantité de poissons prélevés par l'activité de pêche en une année. La mortalité par pêche ( $F$ ), sera déduite par une simple soustraction du taux de mortalité naturelle ( $M$ ) et de la mortalité totale ( $Z$ ) :

$$Z = F - M$$



$$F = Z - M$$

#### 4. Estimation du taux de l'exploitation E

L'intérêt des études des stocks en dynamique de population consiste à mettre en relation la production de l'activité de pêche avec l'impact de celle-ci sur l'évolution de l'effectif du stock (Cherabi, 1987 ; Chali-chabane, 1988 ; Harchouche, 2006).

Le taux d'exploitation (E) est défini par Pauly (1984) comme étant la quantité suivante :

$$E = F / Z = F / (F + M)$$

Ce taux permet à lui seul d'estimer (grossièrement) si un stock est surexploité ou non, à partir de l'hypothèse que la valeur optimale de **E (E<sub>opt</sub>)** est voisine de **0,5**. Pour **Gulland (1969)**, la valeur de ce taux traduit la probabilité pour qu'un poisson ayant fuit, soit repris plus tard, si la mortalité par pêche (**F**) et la mortalité naturelle (**M**) étaient constantes.

En **1971 (in Pauly, 1984)**, **Gulland** suggère que dans un stock où l'exploitation atteint son optimum, (**F**) est sensiblement égal à **M**, alors que E optimum est égal à **0,50**. Autrement dit, selon que (**E**) soit supérieur ou inférieur à **0,50**, il s'agit respectivement d'une surexploitation ou d'une sous-exploitation de l'espèce considérée.



---

---

*Résultats et discussions*

---

---



## I - Biologie de la reproduction de *Merluccius merluccius*

Chez le poisson Téléostéen, en général, il n'existe pas de caractère externe de dimorphisme sexuel. En période de reproduction, la distinction est alors possible : une pression sur l'abdomen fait sortir les produits sexuels. Le reste de l'année, seule la dissection du poisson permet de différencier les sexes.

Les ovaires, pendant la période de repos sexuel, sont cylindriques et rosâtres et les testicules sont aplatis et blanchâtres. Au cours de la maturation, les ovaires deviennent de plus en plus granuleux et la paroi de plus en plus mince, alors que les testicules restent lisses. Durant la période de reproduction, l'évolution de l'aspect et de la couleur des gonades s'accompagnent d'une augmentation du volume. En effet, les gonades peuvent s'accroître et occupent la quasi-totalité de la cavité abdominale.

### 1. Aspect gonadiques de l'espèce merlu

Le merlu blanc "*Merluccius merluccius*" est une espèce gonochorique: les sexes sont parfaitement séparés. Chez les immatures, les gonades ont l'aspect de minces cordons ; chez les matures, les gonades occupent la moitié postérieure de l'abdomen et sont très différenciées selon les sexes. Chez le merlu, il n'y a pas d'accouplement, la femelle et le mâle, en état de maturité, expulsent leurs produits sexuels (œufs ou spermatozoïdes) et la fécondation se fait dans l'eau (Belloc, 1929). Une fois matures, les merlus des deux sexes se reproduisent jusqu'à la mort du poisson (Bouhlal, 1973).

#### a. Les ovaires de *M. merluccius*

Comme c'est le cas chez la plupart des Téléostéens, les ovaires sont paires chez l'espèce, leurs parties postérieures sont unies. Ils sont de couleur jaune-orangé suivant les stades de leur cycle ovogénétique et de forme allongés.

Ils s'étendent de chaque côté de l'intestin et sont prolongés en arrière au-delà de l'anus. Ils sont ordinairement de grandeur inégale, l'ovaire gauche étant plus long que le droit (Fig. 27). Ils peuvent atteindre une grande taille à la période de la maturité sexuelle, à ce moment, ils occupent avec le foie la plus grande partie de la cavité abdominale et compriment l'estomac que l'on trouve presque toujours vide.

#### b. Les testicules de *M. merluccius*

Aussi au nombre pair, sont de couleur blanche, allongés avec bords festonnés (Fig.28) et sont comparativement plus longs que les ovaires.



Figure 26: Gonade de la femelle de *M. merluccius* (ovaire)



Figure 27: Gonade du mâle de *M. merluccius* (testicule)

## 2. Le Sex-ratio (SR)

Les merlus échantillonnés dans la côte-Est algérienne sont au nombre de 886 spécimens. Sur l'ensemble du matériel biologique, 133 individus à sexe indéterminé soit 21,06 % n'ont pas été pris en considération. Les résultats ont été raffinés comme suit :

- **Le Golfe de Béjaïa** : 264 femelles, de tailles comprises entre 15,6 et 64,2 cm, alors que celles des 101 spécimens mâles, elles se situent entre 15,6 et 32,8 cm.
- **La Baie de Jijel** : 123 femelles, de tailles comprises entre 15,8 et 43,7 cm, alors que celles des 79 spécimens mâles, elles se situent entre 16,8 et 33,8 cm.
- **Le Golfe d'Annaba** : 77 femelles, de tailles comprises entre 16,2 et 41,3 cm, en plus de 109 spécimens mâles, elles se situent entre 15,9 et 34,9 cm.

Généralement, au dessus de 30 cm de longueur totale, les femelles sont dominantes, mais au delà de cette taille, les proportions des mâles deviennent de plus en plus importantes et la dominance se fait soit au profit des mâles, soit au profit des femelles.

Pour chaque sexe, concernant chaque site d'échantillonnage et pour toute la région Est, les pourcentages ont été établis après regroupement par classe de taille de 2cm. Le choix de cet intervalle a pour but de mettre en évidence des variations significatives de cette distribution. Les résultats par sexe, en effectif et en pourcentage, sont reportés.



2.1. Répartition du Sex-ratio global

L'échantillonnage des merlus est accompli dans trois régions (Béjaïa, Jijel, Annaba). Les effectifs des femelles et des mâles, par station d'étude, ainsi que les pourcentages sont portés dans le tableau 06, illustrés dans la figure 28.

Tableau 6: Pourcentage des sexes de *Merluccius merluccius* pêché dans la région Est algérienne.

Région	Fréquence (N)		Total	Pourcentage (%)		SR
	Mâles	Femelles		Mâles	Femelles	
Béjaïa	101	264	365	27,67	72,33	2,61
Jijel	79	123	202	39,11	60,89	1,56
Annaba	109	77	186	58,6	41,4	0,71
Total	289	464	753	<b>38,38</b>	<b>61,62</b>	<b>1,61</b>

Cependant le taux de féminité global, de la région Est, est de l'ordre de **61,62 %** pour un taux de masculinité de l'ordre de **38,38 %**. Le sex-ratio global (rapport du nombre de femelles (464) à celui de mâles (289)), calculé sur **753** poissons, est de l'ordre de **1,61**.

La comparaison de la distribution des fréquences des individus, révèle que le stock exploitable de *Merluccius merluccius* du littoral Est algérien renferme plus de femelles que de mâles (**Fig. 28**). Les résultats obtenues démontrent que :

- Le nombre de mâles pour cent femelles est de 62 individus
- Le nombre de femelles pour cent mâles est de 160 individus

Le test de dérivé de Chi-deux  $\chi^2$  a montré que la différence entre les mâles et les femelles est significative au seuil de 5 %. Ce dernier nous clarifie que le sex-ratio global comparé à un sex-ratio équilibré (un mâle pour une femelle) montre une différence significative en faveur des femelles.

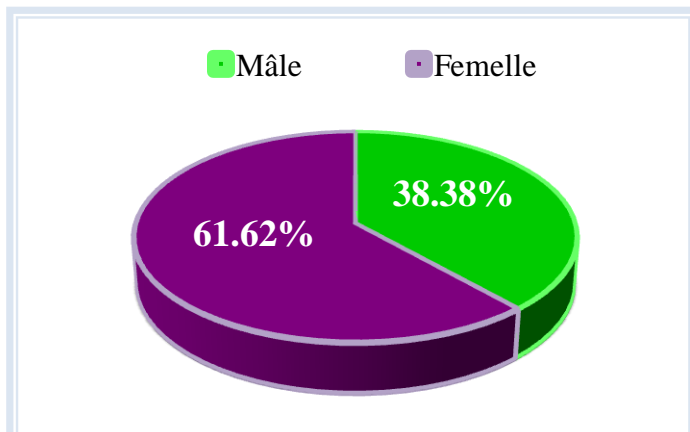


Figure 28 : Evolution globale du Sex-ratio de *M. merluccius* de la région Est algérienne

2.2. Evolution saisonnière globale du sex-ratio

Les valeurs globales du sex-ratio fournissent peu de renseignements sur la composition par sexe sur la population étudiée, nous avons entrepris l'étude des variations du sex-ratio global en fonction des saisons. La répartition sexuelle, en fonction des 4 saisons, a été abordée à partir d'un effectif de 753 individus portée dans le tableau 07 et illustrée graphiquement par la figure 29.

Tableau 7: Evolution saisonnière du sex-ratio global chez le *M. merluccius* de la région Est algérienne.

Saisons	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
Automne	89	96	185	48,11	51,9	0,93
Hiver	134	88	222	60,36	39,6	1,52
Printemps	201	82	283	71,02	29	2,45
Eté	40	23	63	63,49	36,5	1,74
Total	464	289	753	61,62	38,4	1,61

En fonction de la saison, la proportion numérique des femelles prédomine au printemps, elle est de l'ordre de 71,02% ; parallèlement, les mâles marquent leur minimum à 29% ainsi confirmé par la valeur du sex-ratio (2,45). Alors qu'en automne, les mâles notent leur maximum à 51,9%. Mais pour les quatre saisons, les femelles sont toujours en faveur des mâles malgré les faibles balancements observés.

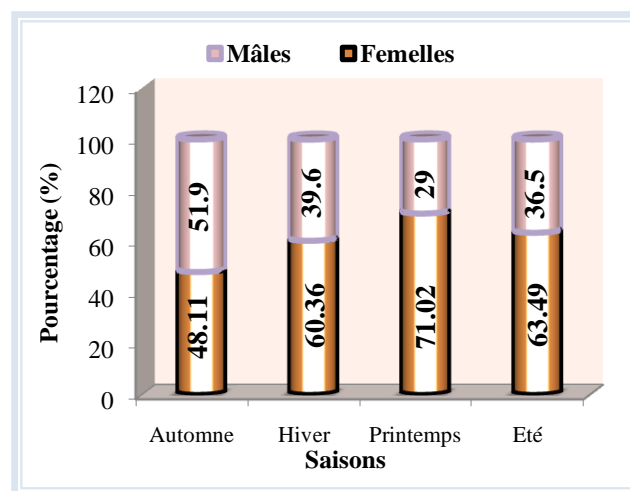


Figure 29: Evolution saisonnière du sex-ratio global chez *Merluccius merluccius* de la région Est algérienne.

Les valeurs globales du sex-ratio fournissant peu de renseignements sur la composition par sexe sur la population étudiée. Nous avons entrepris l'étude des variations du sex-ratio en fonction des zones d'étude afin de clarifier parfaitement nos résultats en fonction des saisons, des mois et de la taille du poisson.

### **2.3. Répartition des sexes et sex-ratio par zone d'étude**

#### **2.3.1. Sex-ratio en fonction de la taille**

Afin de mettre en évidence les éventuelles variations du sex-ratio en fonction de la taille totale du poisson, 753 merlus ont été regroupés par classe de taille de **2 cm** et nous avons calculé les pourcentages des effectifs des mâles et celui des femelles pour chaque taille par zone d'échantillonnage.

##### ***A. Le Golfe de Béjaïa***

Le sex-ratio présente des fluctuations qui sont toujours en faveur des femelles. La taille maximale que nous avons échantillonnée est de **32,8 cm** pour les mâles et de **62,4 cm** pour les femelles atteignant, ainsi, une longueur nettement supérieure à celle des mâles. Les données obtenues sur 365 spécimens du merlu (101 mâles et 264 femelles) du sex-ratio en fonction de la taille sont consignées dans le tableau **08** et reportées graphiquement sur la figure **30**.

La gamme de taille allant de **20 à 30 cm** marque un taux de féminité très élevé, confirmé par les valeurs de sex-ratio (**13,5** et **9**). Par ailleurs, les mâles sont légèrement plus abondants pour les tailles allant de **16 à 22 cm**. L'évolution du sex-ratio en fonction de la taille montre que les femelles présentent les proportions dominantes dans toutes les classes de taille. Cependant pour les tailles supérieures et à partir de **34 cm**, seules les femelles sont rencontrées dans les captures, elles dominent la totalité de la population. L'application du test  $\chi^2$  montre une différence significative entre les deux catégories d'individus au seuil de 5%.

##### ***B. La Baie de Jijel***

La taille maximale que nous avons échantillonnée est de **33,8 cm** pour les mâles et de **43,7 cm** pour les femelles atteignant, ainsi, une longueur nettement supérieure à celle des mâles. Les données obtenues sur **202** spécimens du merlu (**79** mâles et **123** femelles) enregistrent un sex-ratio global de l'ordre de **1,56**. Le sex-ratio en fonction de la taille est consigné dans le tableau **09** et reporté graphiquement sur la figure **31**.

**Tableau 8:** Répartition des sexes en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa.

Centre de Classe (cm)	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
15	11	3	14	78,57	21,43	3,67
17	53	37	90	58,89	41,11	1,43
19	31	29	60	51,67	48,33	1,07
21	28	11	39	71,79	28,21	2,55
23	37	7	44	84,09	15,91	5,29
25	27	2	29	93,1	6,9	13,5
27	33	8	41	80,49	19,51	4,13
29	18	2	20	90	10	9
31	9	1	10	90	10	9
33	3	1	4	75	25	3
35	2	-	2	100	-	-
37	1	-	1	100	-	-
39	1	-	1	100	-	-
≥40	10	-	10	100	-	-

**Tableau 9:** Répartition des sexes en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la Baie de Jijel.

Centre de Classe (cm)	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
15	1	-	1	100	-	-
17	-	4	4	-	100	-
19	14	8	22	63,64	36,36	1,75
21	22	10	32	68,75	31,25	2,2
23	13	24	37	35,14	64,86	0,54
25	15	17	32	46,88	53,13	0,88
27	30	4	34	88,24	11,76	7,5
29	15	6	21	71,43	28,57	2,5
31	6	2	8	75	25	3
33	3	4	7	42,86	57,14	0,75
35	2	-	2	100	-	-
37	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-
≥40	2	-	2	100	-	-

La gamme de taille allant de **27 à 28 cm** marque un taux de féminité très élevé, confirmé par la valeur du sex-ratio (**7,5**). Par ailleurs, les mâles sont légèrement plus abondants pour les tailles allant de **22 à 24 cm**. L'évolution du sex-ratio en fonction de la taille montre que les femelles présentent les proportions dominantes dans toutes les gammes de taille. Pareillement à la station de Béjaïa, le test  $\chi^2$  montre une différence significative entre les deux catégories d'individus, de la Baie de Jijel, au seuil de 5%. Cependant pour les tailles à partir de **34 cm** et plus, les captures de la population est-en déclin.

**C. Le Golfe de Annaba**

La taille maximale que nous avons échantillonnée est de 34,9 cm pour les mâles et de 41,3 cm pour les femelles englobant, ainsi, une longueur supérieure à celle des mâles. Les données obtenues sur 185 spécimens du merlu (77 mâles et 109 femelles) du sex-ratio global de l'ordre de (**0,71**) et celles en fonction de classe de la taille sont consignées dans le tableau **10** et reportées graphiquement sur la figure **32**.

La gamme de taille allant de **26 à 28 cm** marque un taux de féminité très élevé, confirmé par la valeur du sex-ratio (**1,17**). Par ailleurs, les mâles sont légèrement plus abondants pour les tailles allant de **20 à 22 cm**. Ainsi, le test  $\chi^2$  dénote une différence significative dans la distribution des fréquences des individus au seuil de 5%.

**Tableau 10 :** Répartition des sexes en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* du golfe de Annaba.

Centre de Classe (cm)	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
<b>15</b>	-	1	1	-	100	-
<b>17</b>	3	8	11	27,27	72,73	0,38
<b>19</b>	19	30	49	38,78	61,22	0,63
<b>21</b>	15	21	36	41,67	58,33	0,71
<b>23</b>	7	14	21	33,33	66,67	0,5
<b>25</b>	7	6	13	53,85	46,15	1,17
<b>27</b>	14	12	26	53,85	46,15	1,17
<b>29</b>	6	6	12	50	50	1
<b>31</b>	3	3	6	50	50	1
<b>33</b>	2	6	8	25	75	0,33
<b>35</b>	-	2	2	-	100	-
<b>37</b>	-	-	0	-	-	-
<b>39</b>	-	-	0	-	-	-
<b>≥40</b>	1	-	1	100	-	-

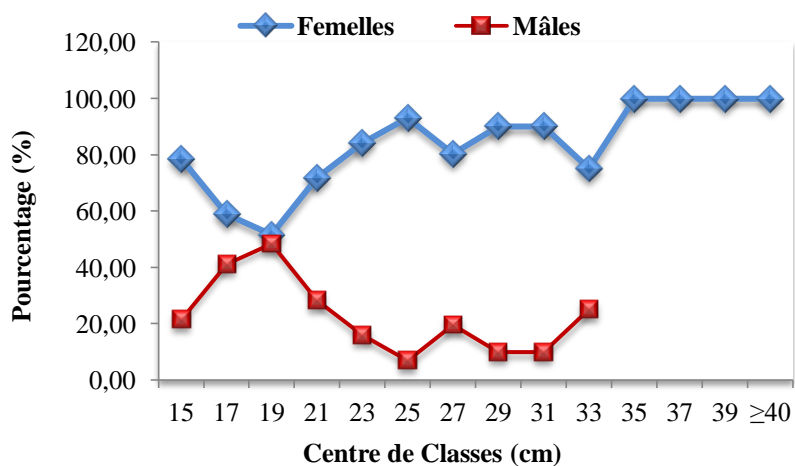


Figure 30: Répartition des sexes en fonction de la taille de *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

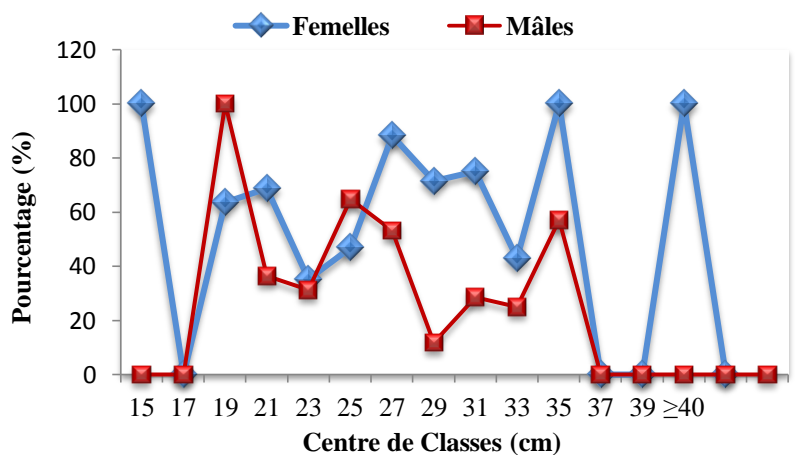


Figure 31: Répartition des sexes en fonction de la taille de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

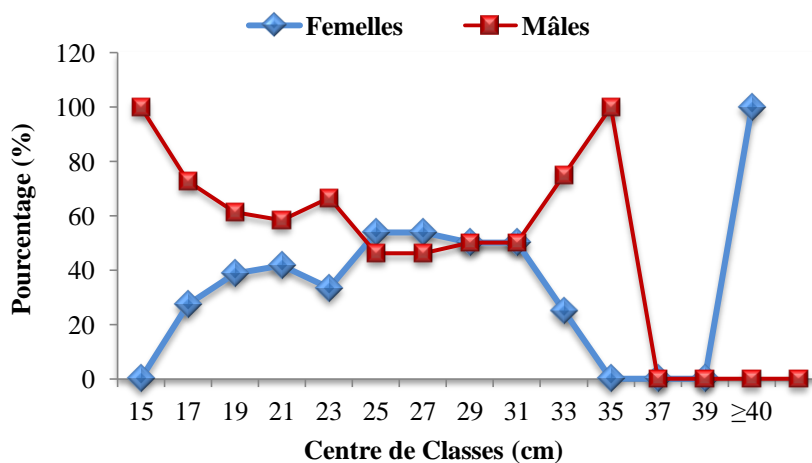


Figure 32: Répartition des sexes en fonction de la taille de *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

### 2.3.2. Variation mensuelle du sex-ratio

La proportion des sexes n'est pas constante au cours de la vie de la plupart des espèces. Les taux de féminité et de masculinité de l'espèce étudiée ont été calculés mensuellement de septembre 2013 à septembre 2014 (Tab. 11, 12, 13) et représentés graphiquement sur les figures (33, 34, 35).

#### ➤ *Le Golfe de Béjaïa*

L'évolution mensuelle du sex-ratio enregistrée dans le Golfe de Béjaïa a montré que le taux d'apparition des femelles dans les prises en merlus est inégal, mais prédomine largement par rapport aux mâles. Les valeurs ont oscillé entre un minimum de **42,86%** et un maximum de **90,63 %** sur toute la période d'étude. La femelle a connu ses maxima durant les mois novembre-avril-juillet respectivement **85,71 %**, **90,63%** et **80 %**. Il apparaît ainsi, que les femelles sont prédominantes aux périodes de reproduction.

Un appui par le test *khi- deux*  $\chi^2$  a dévoilé la présence d'une différence entre les mâles et les femelles significative au seuil de 5%. Par contre, les mâles présentent les proportions minimales presque tout au long du cycle avec un taux de masculinité fluctuant entre **9,38 %** pendant le mois de avril et **57,14 %** durant le mois de septembre.

**Tableau 11** : Distribution mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

Mois	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Mâle	Femelle		Mâles	Femelles	
<b>Septembre</b>	16	12	28	57,14	42,86	0,75
<b>Octobre</b>	4	5	9	44,44	55,56	1,25
<b>Novembre</b>	5	30	35	14,29	85,71	<b>6,00</b>
<b>Décembre</b>	7	21	28	25	75	3,00
<b>Janvier</b>	24	45	69	34,78	65,22	1,88
<b>Février</b>	7	13	20	35	65	1,86
<b>Mars</b>	16	47	63	25,4	74,6	2,94
<b>Avril</b>	6	58	64	9,38	90,63	<b>9,66</b>
<b>Mai</b>	4	9	13	30,77	69,23	2,25
<b>Juin</b>	3	6	9	33,33	66,67	2,00
<b>Juillet</b>	2	8	10	20	80	4,00
<b>Août</b>	3	3	6	50	50	1,00
<b>Septembre</b>	4	7	11	36,36	63,64	1,75
<b>Total</b>	101	264	365	<b>27,67</b>	<b>72,33</b>	2,61

➤ *La Baie de Jijel*

L'évolution mensuelle du sex-ratio enregistrée dans la Baie de Jijel a montré que le taux d'apparition des femelles et des mâles dans les prises en merlus est irréversible. Les mâles prédominent par rapport aux femelles sur une période importante, surtout au cours de la saison hivernale; en revanche, les femelles marquent une présence importante au cours des mois mars-avril.

Les proportions ont oscillé entre un minimum de **9,68 %** et un maximum de **71,43 %** pour les mâles pendant que les femelles qui se présentent les mois de mars-avril ont connu des fréquences basculent entre **28,57 %** et **90,32 %** sur toute la période d'étude. Toutefois, il apparaît que, les femelles sont les plus prédominantes aux périodes de reproduction. Le test *khi- deux*  $\chi^2$  a montré que la distribution entre les fréquences des mâles et celles des femelles, présente une différence significative au seuil de 5%.

**Tableau 12:** Distribution mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* de la Baie de Jijel

Mois	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Mâle	Femelle		Mâles	Femelles	
<b>Septembre</b>	10	8	18	55,56	44,44	0,80
<b>Octobre</b>	10	4	14	71,43	28,57	0,40
<b>Novembre</b>	10	4	14	71,43	28,57	0,40
<b>Décembre</b>	1	5	6	16,67	83,33	<b>5,00</b>
<b>Janvier</b>	7	5	12	58,33	41,67	0,71
<b>Février</b>	10	15	25	40	60	1,50
<b>Mars</b>	3	28	31	9,68	90,32	<b>9,33</b>
<b>Avril</b>	10	30	40	25	75	3,00
<b>Mai</b>	5	6	11	45,45	54,55	1,20
<b>Juin</b>	2	7	9	22,22	77,78	3,50
<b>Juillet</b>	3	5	8	37,5	62,5	1,67
<b>Août</b>	5	2	7	71,43	28,57	0,40
<b>Septembre</b>	3	4	7	42,86	57,14	1,33
<b>Total</b>	79	123	202	<b>39,11</b>	<b>60,89</b>	1,56



➤ *Le Golfe de Annaba*

L'évolution mensuelle du sex-ratio enregistrée dans le golfe de Annaba dévoile une inversion sexuelle qui se présente par rapport aux zones précédentes. Une prédominance des mâles par rapport aux femelles dont les valeurs ont oscillé entre un minimum de **25 %** et un maximum de **93,33 %** pour les mâles. Par contre, les femelle présentent les proportions minimales presque tout au long du cycle et le taux de féminité a fluctué entre **6,67 %** pendant le mois de novembre et présentant leurs maxima durant les mois de Juin-Juillet respectivement **66,67 %**, **75,00 %**.

Il apparaît ainsi, que le taux de masculinité prédomine dans le Golfe de Annaba sur toute la période d'étude, et l'application du test *khi- deux* dévoile encore une fois de plus une différence significative qui se présente entre les deux catégories d'individus au seuil de 5%.

**Tableau 13:** Distribution mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

Mois	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Mâle	Femelle		Mâles	Femelles	
<b>Septembre</b>	5	6	11	45,45	54,55	1,20
<b>Octobre</b>	11	3	14	78,57	21,43	0,27
<b>Novembre</b>	14	1	15	93,33	6,67	0,07
<b>Décembre</b>	12	18	30	40	60	1,50
<b>Janvier</b>	11	6	17	64,71	35,29	0,55
<b>Février</b>	8	6	14	57,14	42,86	0,75
<b>Mars</b>	15	10	25	60	40	0,67
<b>Avril</b>	13	8	21	61,9	38,1	0,62
<b>Mai</b>	10	5	15	66,67	33,33	0,50
<b>Juin</b>	2	4	6	33,33	66,67	<b>2,00</b>
<b>Juillet</b>	1	3	4	25	75	<b>3,00</b>
<b>Août</b>	2	2	4	50	50	1,00
<b>Septembre</b>	4	5	9	44,44	55,56	1,25
<b>Total</b>	108	77	185	<b>58,38</b>	<b>41,62</b>	0,71

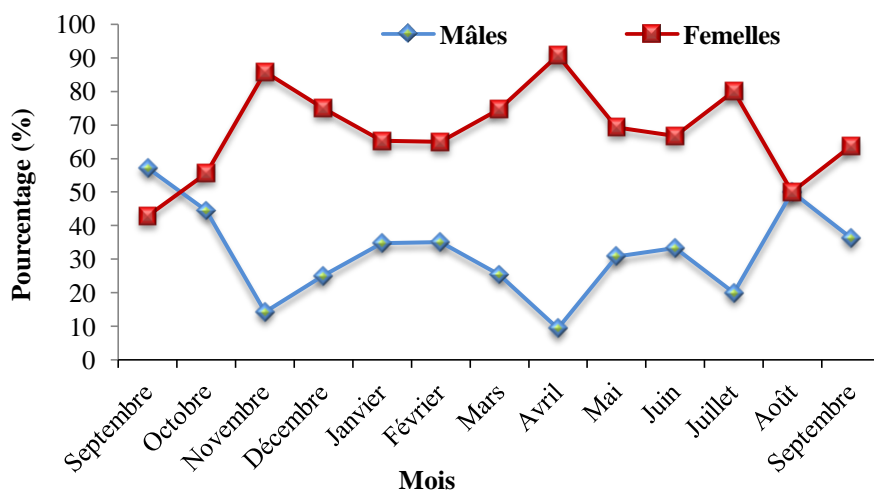


Figure 33: Fluctuation mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

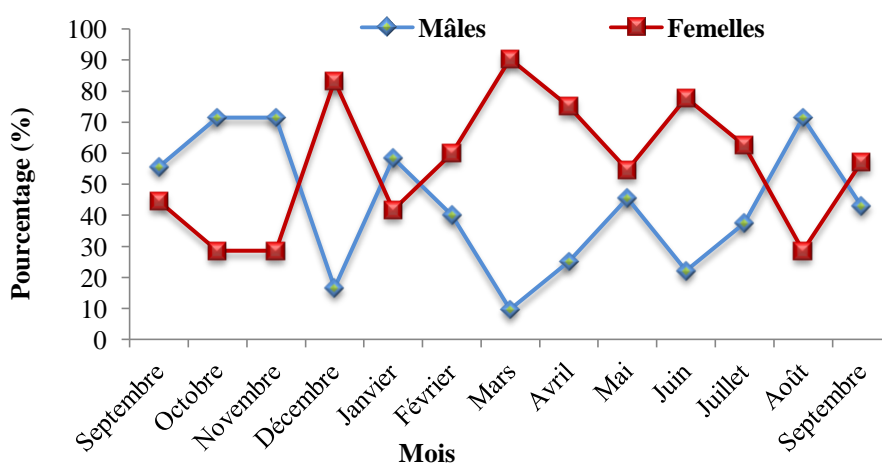


Figure 34: Fluctuation mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

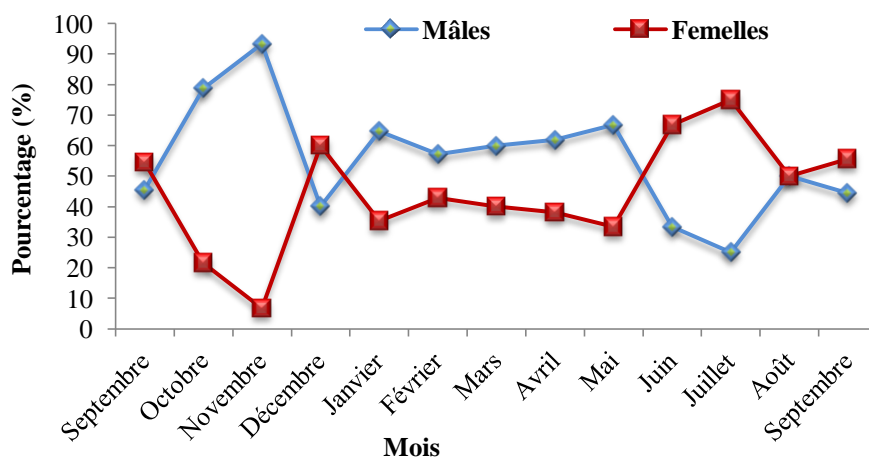


Figure 35: Fluctuation mensuelle du sex-ratio de *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

2.3.3. Variation du Sex-ratio en fonction des saisons

La répartition sexuelle, en fonction des 4 saisons, a été abordée à partir d’un effectif de 753 individus portée dans les tableaux (14, 15, 16) et portée graphiquement sur les figures (36, 37, 38).

➤ *Le Golfe de Béjaïa*

L’évolution du sex-ratio au cours des saisons montre que les mâles sont toujours moins abondants que les femelles. En fonction de la saison, la proportion numérique des femelles prédomine sur toute l’année et marque un maximum au printemps qui est de l’ordre de **81,43 %** ; parallèlement, les mâles marquent leur minimum à **18,6 %** ainsi confirmé par la valeur du sex-ratio (**4,4**). Notons que les fréquences des mâles sont moindres sur tout la période d’étude. Cependant, pour les quatre saisons, les femelles sont toujours en faveur des mâles malgré les faibles balancements observés et le test *khi- deux*  $\chi^2$  dévoile encore une fois de plus une différence significative qui se présente entre les deux catégories d’individus au seuil de 5%.

**Tableau 14:** Variation saisonnière du sex-ratio chez *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

Saisons	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
Automne	54	29	83	65,06	34,9	1,9
Hiver	79	38	117	67,52	32,5	2,1
Printemps	114	26	140	81,43	18,6	4,4
Eté	17	8	25	68	32	2,1
<b>Total</b>	264	101	365	72,33	27,7	2,6

➤ *La Baie de Jijel*

Les **250** merlus capturés au niveau de la Baie de Jijel, montrent des fluctuations saisonnières du sex-ratio qui dévoile une dominance significative toujours en faveur des femelles.

Pendant que les mâles montrent des fréquences numériques importantes en automne marqué par une proportion de **62,3 %**, les femelles qui prédominent sur toute l’année marque un maximum au printemps de l’ordre de **78,05 %** ; parallèlement, les mâles marquent leur minimum à **22 %** ainsi confirmé par la valeur du sex-ratio (**3,56**).

Pour les quatre saisons, les mâles sont toujours en faveur des femelles malgré les robustes balancements observés et une différence significative dénotée par l'application du test *khi- deux*  $\chi^2$  au seuil de 5%.

**Tableau 15 :** Variation saisonnière du sex-ratio chez *M. merluccius* de la Baie de Jijel

Saisons	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
<b>Automne</b>	20	33	53	37,74	62,3	0,61
<b>Hiver</b>	25	18	43	58,14	41,9	1,39
<b>Printemps</b>	64	18	82	78,05	22	3,56
<b>Eté</b>	14	10	24	58,33	41,7	1,4
<b>Total</b>	123	79	202	60,89	39,1	1,56

➤ **Le Golfe de Annaba**

La situation s'inverse et les mâles prédominent avec des proportions numériques qui prédominent sur toute l'année et marquent un maximum en automne de l'ordre de **69,4 %**. Alors que sa variation en fonction des saisons montre une différence significative en faveur des femelles en été à **64,29 %** ainsi confirmée par la valeur du sex-ratio (**1,8**). Mais pour les quatre saisons, les mâles sont toujours en faveur des femelles.

**Tableau 16 :** Variation saisonnière du sex-ratio chez *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

Saisons	Effectifs		Total	Pourcentage (%)		SR
	Femelles	Mâles		Femelles	Mâles	
<b>Automne</b>	15	34	49	30,61	69,4	0,44
<b>Hiver</b>	30	32	62	48,39	51,6	0,94
<b>Printemps</b>	23	38	61	37,7	62,3	0,61
<b>Eté</b>	9	5	14	64,29	35,7	1,8
<b>Total</b>	77	109	186	41,4	58,6	0,71

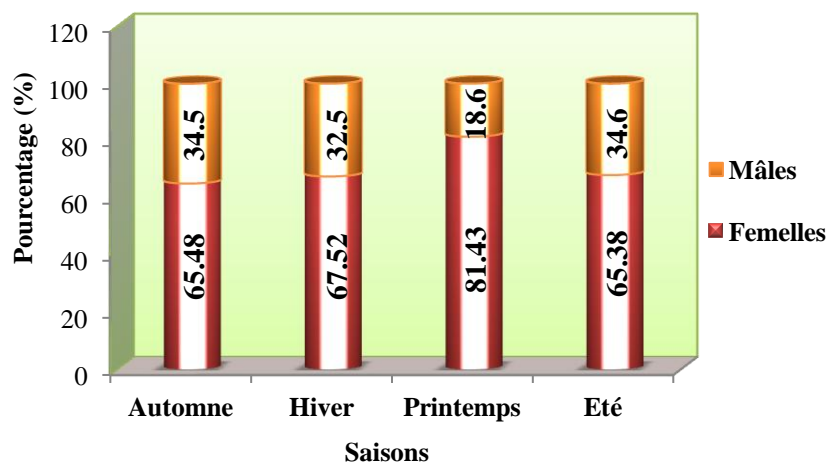


Figure 36: Répartition des sexes en fonction de la saison chez *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

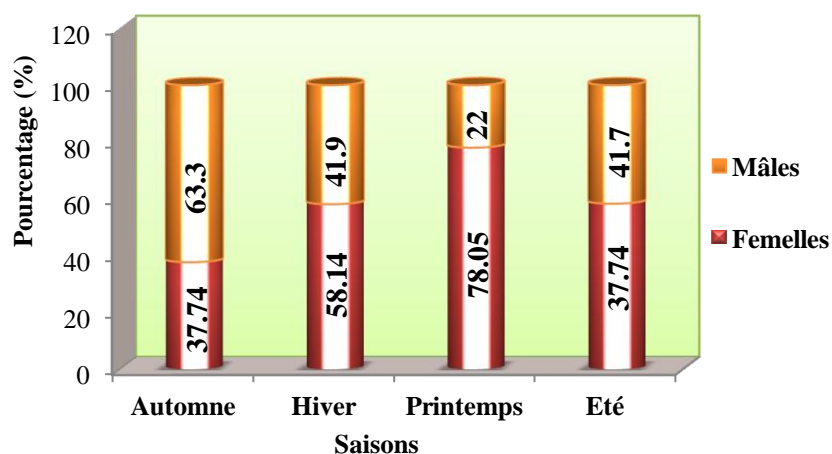


Figure 37: Répartition des sexes en fonction de la saison chez *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

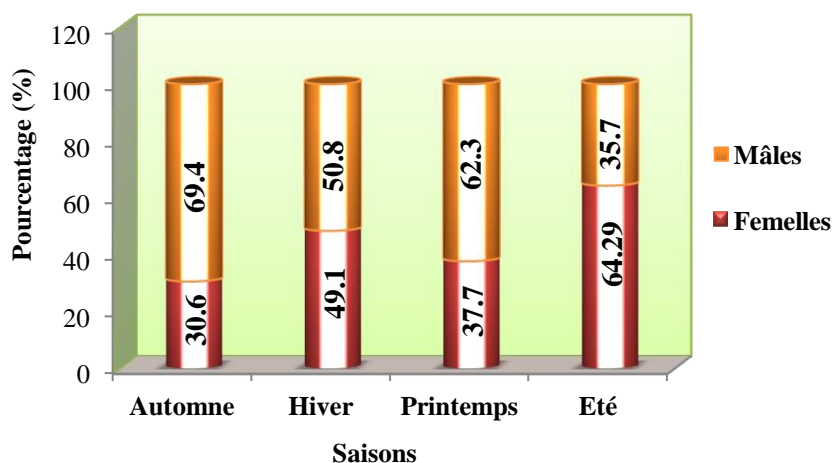


Figure 38: Répartition des sexes en fonction de la saison chez *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

2.3.4. Variation globale du sex-ratio par zone d'étude

➤ *Le Golfe de Béjaïa*

A partir des données précédentes, le calcul du sex-ratio global chez *Merluccius merluccius* du golfe de Béjaïa est de l'ordre de 2,6, recherché à partir d'un pourcentage global de féminité égal à 72,33 % largement dominant à celui des mâles à 27,67% (Fig. 39).

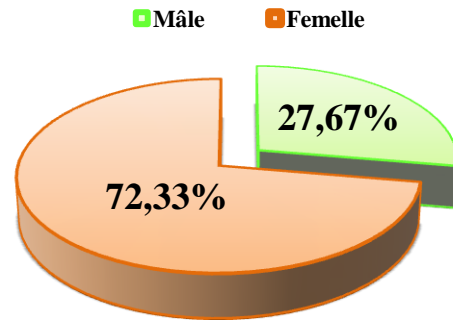


Figure 39: Evolution globale du sex-ratio chez *M. merluccius* dans le golfe de Béjaïa.

➤ *La Baie de Jijel*

Le sex-ratio global de la Baie de Jijel enregistre un taux de 1,56 chez *Merluccius merluccius* à partir d'un pourcentage global de féminité égal à 60,89 % et celui de masculinité qui est de l'ordre de 39,11 % (Fig. 40).

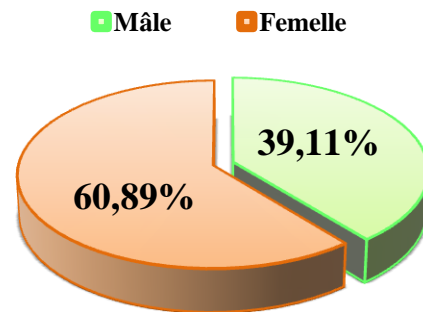


Figure 40: Evolution globale du sex-ratio chez *M. merluccius* dans la Baie de Jijel.

➤ *Le golfe de Annaba*

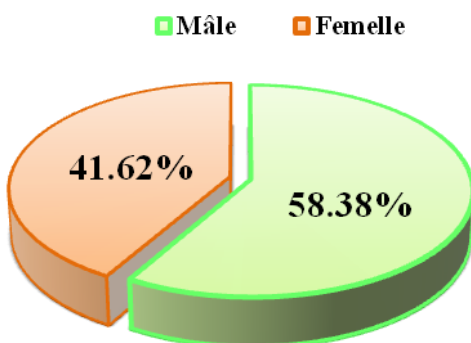


Figure 41: Evolution globale du sex-ratio chez *M. merluccius* dans le golfe de Annaba.

L'ensemble de données du Golfe de Annaba, englobe une différence significative entre les deux sexes de *Merluccius merluccius* au seuil de 5% avec un sex-ratio de l'ordre de 0,71, fourni à partir d'un pourcentage global de masculinité égal à 58,38 % par opposition à celui des femelles qui présentent une proportion de 41,62 % (Fig. 41).

### **3. Cycle de reproduction de *Merluccius merluccius***

#### **3.1. Evolution des Stades de maturité sexuelle et période de ponte**

Des individus à tous les stades sont présents toute l'année avec cependant des fréquences variables. D'après l'observation macroscopique des gonades au cours de notre échantillonnage, nous avons attribué pour chaque individu un stade (**Fig. 42, 43**).

##### **Stade I**

Les femelles immatures sont observées au cours de toute l'année sauf aux mois de juin et juillet; elles présentent des gonades fermes, transparentes, de forme cylindrique et de petite taille. Celles-ci sont disposées en forme de V situés à l'extrémité postérieure de la cavité abdominale. Les ovocytes ne sont pas visibles (**Fig. 42/a**).

Les mâles présentent des testicules très fins de petite taille, filiformes et totalement transparents. Ceux-ci aussi, sont disposés en forme de V dont la pointe se situe à l'extrémité postérieure de la cavité abdominale (**Fig. 43/a**).

##### **Stade II**

Il est observé durant tous les mois avec un maximum aux mois d'octobre et février. Présenté par les femelles qui sont en cours de maturation, ou bien la phase du repos sexuel celles qui sont en début de maturation. Chaque individu présente un fin réseau vasculaire sanguin visible avec une tunique externe de plus en plus rigide (**Fig. 42/b**).

Aussi, chaque testicule de couleur blanchâtre et mou, porte un fin réseau vasculaire sanguin visible (**Fig. 43/b**).

##### **Stade III**

Correspond au début de la maturation des gonades. Les ovaires prennent du volume donc de la place en faveur du foie. Un changement dans la coloration qui se défile de rose pâle au rose foncé. Il est présent à tout les mois. Quelques ovocytes sont déjà visibles à l'œil nu (**Fig. 42/c**).

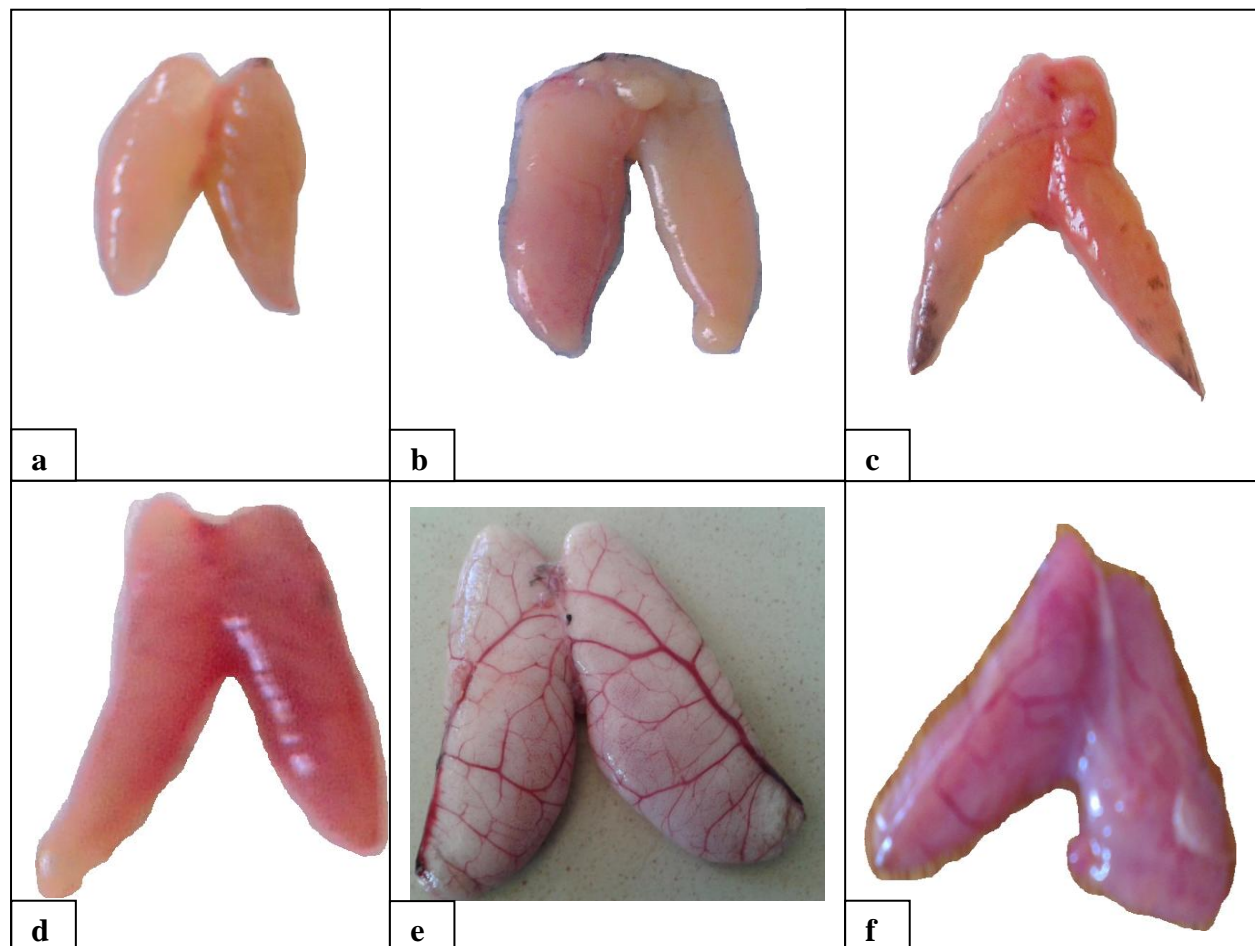
C'est le début de la maturation des testicules qui deviennent fermes, consistants et blanchâtres et qui prennent de la place dans la cavité abdominale (**Fig. 43/c**).

##### **Stade IV**

Stade pré-ponte pour les femelles. Les ovaires occupent la plus grande partie de la cavité

abdominale avec des ovocytes de grande taille ; leur couleur est orangé et leur paroi devient de plus en plus mince (**Fig. 42/d**).

Stade pré-émission pour les mâles. Les testicules ont plus de volume, de couleur blanchâtre avec une paroi plus mince (**Fig. 43/d**).



**Figure 42:** Les différents stades macroscopiques des gonades femelles de *M. merluccius*.

### Stade V

Correspond au stade de ponte pour les femelles. Les gonades occupent la majeure partie de la cavité abdominale. Les ovocytes sont nettement visibles, transparents et de grande taille. La paroi ovarienne bien vascularisée et beaucoup plus mince ; une moindre pression provoque l'expulsion des ovules (**Fig. 42/e**).

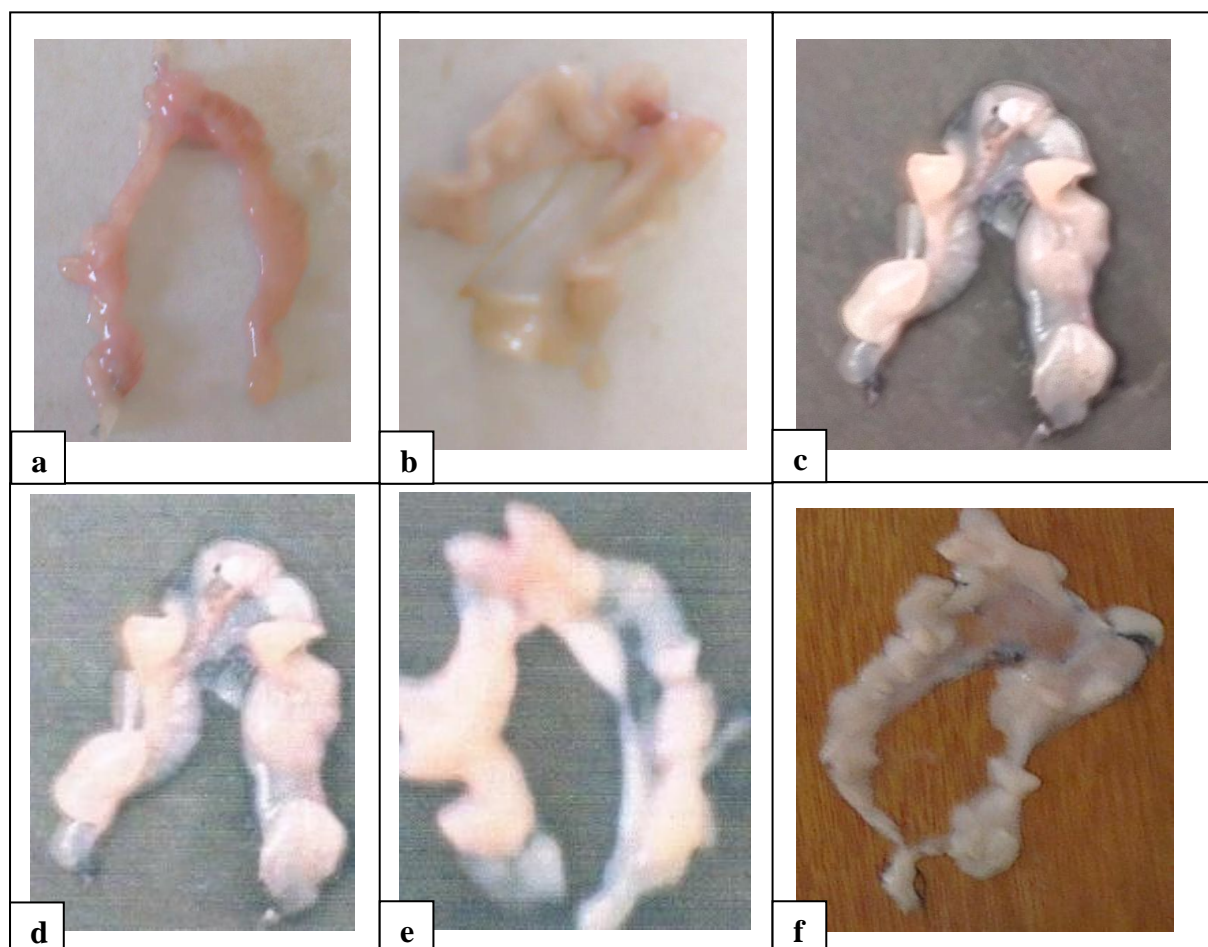
Les mâles se présentent par le stade d'émission des spermatozoides et les testicules occupent une grande partie de la cavité abdominale. La paroi de la gonade est beaucoup plus mince et brillante ; une moindre pression provoque l'écoulement de la laitance (**Fig. 43/e**).



Stade VI

Correspond au stade post-ovulation des femelles dont les ovaires sont vides et deviennent flasques, de couleur rouge suite à la forte vascularisation (**Fig. 42/f**).

Les mâles se présentent par une phase post-émission des spermatozoïdes. Les testicules sont flasques et la diminution de leur volume est nettement visible (**Fig. 43/f**).



**Figure 43:** les différents stades macroscopiques des gonades mâles de *M. merluccius*.

Les pourcentages de chaque stade de maturité sexuelle calculés sont reportés dans les tableaux (17, 18 19), et illustrés graphiquement par les figures (44, 45, 46) pour les femelles et dans les tableaux (20, 21, 22) et illustrés graphiquement par les figures (47, 48, 49) pour les mâles, respectivement pour le Golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le Golfe de Annaba.

**Tableau 17:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* du golfe de Béjaïa.

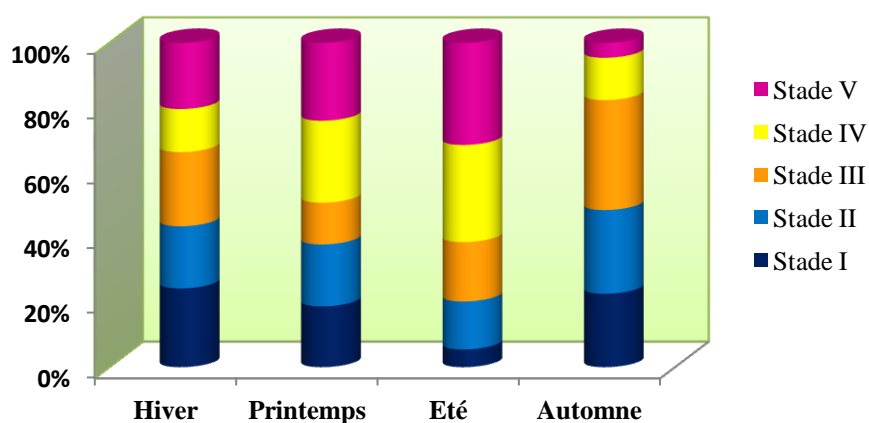
Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	32	34,78	14	27,45	18	32,73	8	19,05	7	29,17
Printemps	39	42,39	22	43,14	16	29,09	24	57,14	13	54,17
Été	2	2,17	3	5,88	4	7,27	5	11,90	3	12,50
Automne	19	20,65	12	23,53	17	30,91	5	11,90	1	4,17
<b>Total</b>	92	100,00	51	100,00	55	1100,00	42	100,00	24	100,00

**Tableau 18:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

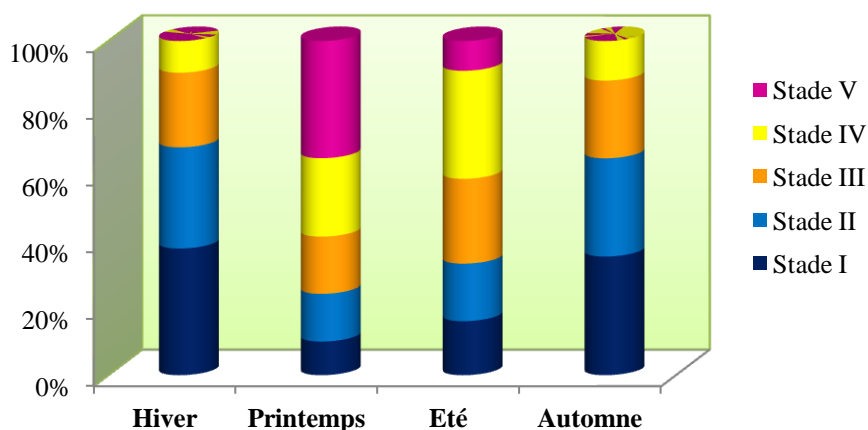
Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	8	36,36	9	29,03	6	21,43	2	9,09	0	0
Printemps	6	27,27	12	38,71	13	46,43	14	63,64	19	95
Été	2	9,09	3	9,68	4	14,29	4	18,18	1	5
Automne	6	27,27	7	22,58	5	17,86	2	9,09	0	0
<b>Total</b>	22	100	31	100	28	100	22	100	20	100

**Tableau 19:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* du golfe de Annaba.

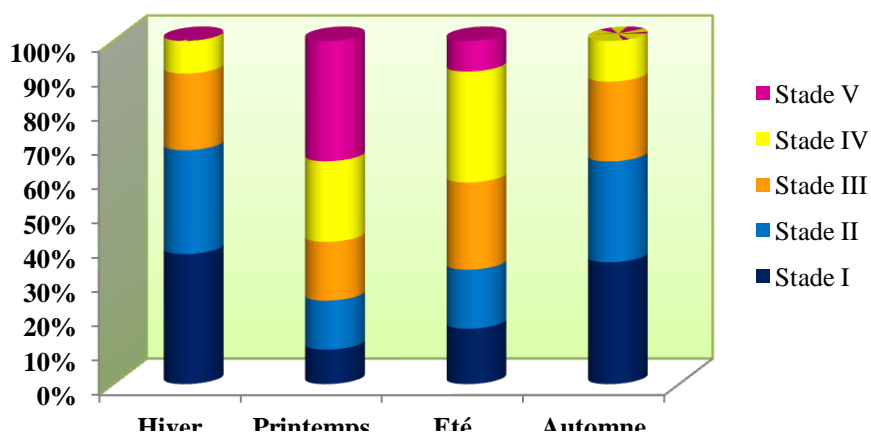
Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	5	38,46	9	47,37	8	38,10	6	40,00	2	22,22
Printemps	2	15,38	4	21,05	7	33,33	5	33,33	5	55,56
Été	1	7,69	2	10,53	3	14,29	2	13,33	1	11,11
Automne	5	38,46	4	21,05	3	14,29	2	13,33	1	11,11
<b>Total</b>	13	100,00	19	100,00	21	100,00	15	100,00	9	100,00



**Figure 44:** Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* de Golfe de Béjaïa.



**Figure 45:** Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.



**Figure 46:** Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des femelles de *M. merluccius* d Golfe de Annaba.

**Tableau 20:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* du Golfe de Béjaïa.

Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	16	59,26	8	32,00	10	40,00	3	16,67	1	16,67
Printemps	5	18,52	3	12,00	6	24,00	9	50,00	3	50,00
Eté	1	3,70	1	4,00	3	12,00	2	11,11	1	16,67
Automne	5	18,52	13	52,00	6	24,00	4	22,22	1	16,67
<b>Total</b>	27	100,00	25	100,00	25	100,00	18	100,00	6	100,00

**Tableau 21:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	5	35,71	6	28,57	4	18,18	2	12,50	1	16,67
Printemps	0	0,00	1	4,76	7	31,82	6	37,50	4	66,67
Eté	0	0,00	3	14,29	4	18,18	3	18,75	0	0,00
Automne	9	64,29	11	52,38	7	31,82	5	31,25	1	16,67
<b>Total</b>	14	100,00	21	100,00	22	100,00	16	100,00	6	100,00

**Tableau 22:** Répartition saisonnière en effectif et en pourcentage (%) des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* du Golfe de Annaba.

Mois	Stade I		Stade II		Stade III		Stade VI		Stade V	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Hiver	13	44,83	10	35,71	6	24,00	2	9,09	1	20,00
Printemps	6	20,69	6	21,43	9	36,00	14	63,64	3	60,00
Eté	1	3,45	1	3,57	2	8,00	1	4,55	0	0,00
Automne	9	31,03	11	39,29	8	32,00	5	22,73	1	20,00
<b>Total</b>	29	100,00	28	100,00	25	100,00	22	100,00	5	100,00

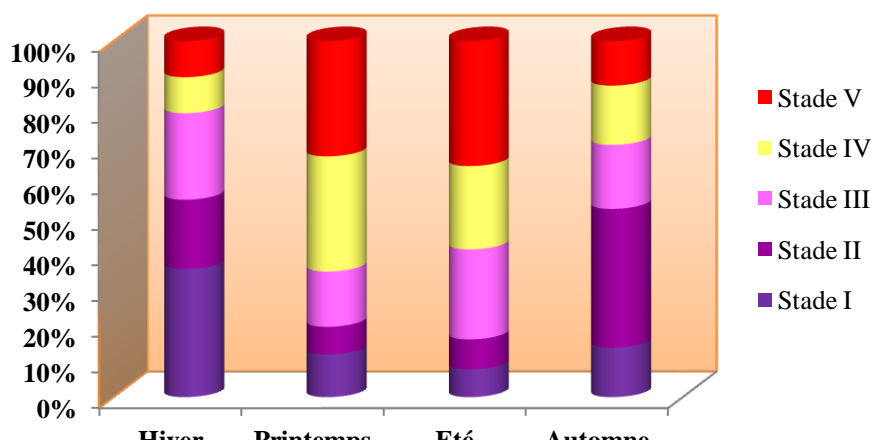


Figure 47: Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* de Golfe de Béjaïa.

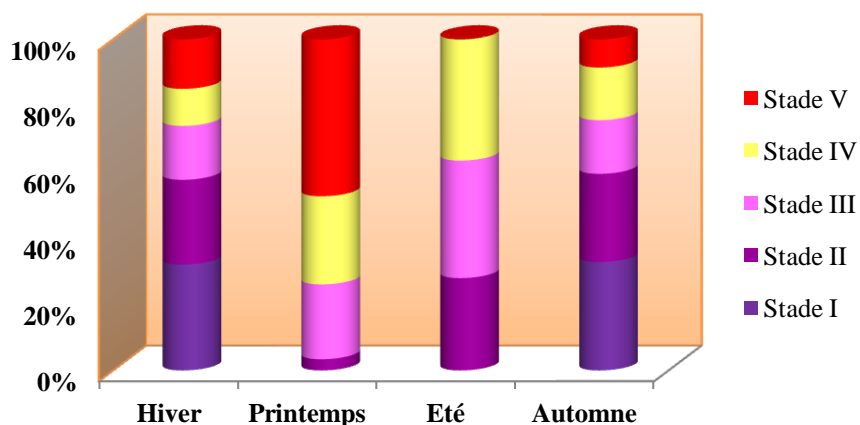


Figure 48: Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* de la Baie de Jijel.

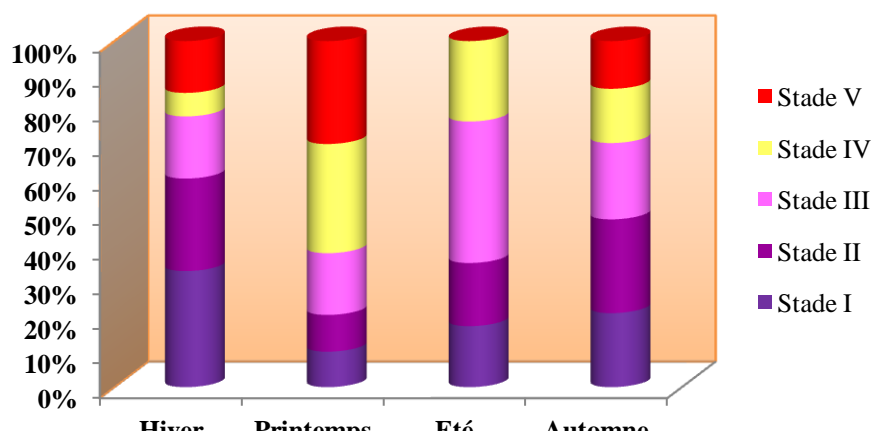


Figure 49: Répartition saisonnière des différents stades de maturité sexuelle des mâles de *M. merluccius* de Golfe de Annaba.

## 3.2. Indices pondéraux

### 3.2.1. Rapport Gonado-Somatique (RGS)

La courbe d'évolution du RGS moyen traduit le cycle de reproduction de l'espèce, établi par différentes parties dont :

- Sa partie ascendante correspondant à la phase de maturation des gonades où les valeurs du RGS sont croissantes ;
- Celle descendante correspondant à la phase d'émission des produits sexuels qui représente la période de reproduction et où les valeurs du RGS sont décroissantes ;
- Le repos sexuel : partie où les valeurs du RGS sont basses.

Le Rapport Gonado-Somatique moyen des merlus mâles et femelles varie d'un mois à un autre et ceci quelle que soit la région considérée.

#### ➤ *Dans le Golfe de Béjaïa*

##### *A. RGS des merlus femelles*

L'évolution pondérale des gonades tout au long de l'année nous permet de cerner l'époque de reproduction d'une espèce donnée. Les valeurs moyennes du **RGS** des merlus femelles calculées pour chaque échantillon sont reportées dans le tableau **23** et illustrées sur la figure **50**.

L'évolution au cours du temps du Rapport Gonado-Somatique (**RGS**) a permis de mettre en évidence **3** modes principaux et intenses du **RGS**: le premier en décembre (**1,92**), le second en avril (**1,89**) et le troisième en septembre (**1,87**) et, d'autre part, trois modes secondaires ou moins prononcés situés en mars (**1,11**), en mai (**1,5**) et en novembre (**1,3**).

Comme l'indique le tableau 10, nous avons une période de ponte maximale au printemps (**1,5**) et en automne (**1,31**) qui se suivent par la période hivernale (**1,16**). Enfin une période moins importante en été (**0,86**). La diminution du RGS qui suit les pics repérés est consécutive à la ponte. Après la ponte, il y a régression de l'ovaire.

##### *B. RGS des merlus mâles*

La courbe ci-après (**Fig. 50**), visualise l'évolution du Rapport Gonado-Somatique chez les mâles (**Tab. 24**), et met en évidence l'époque de l'émission maximale des spermatozoïdes en septembre.

**Tableau 23:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus femelles du Golfe de Béjaïa.

Mois	RGS	Effectif	Saison	RGS
Décembre	<b>1,94</b>	21	Hiver	<b>1,16</b>
Janvier	0,86	44		
Février	1	37		
Mars	<b>1,27</b>	47	Printemps	<b>1,5</b>
Avril	<b>2,02</b>	58		
Mai	<b>1,5</b>	9		
Juin	0,89	6	Eté	0,86
Juillet	0,68	8		
Août	<b>0,93</b>	3		
Septembre	<b>1,87</b>	19	Automne	<b>1,31</b>
Octobre	0,76	4		
Novembre	<b>1,3</b>	30		

**Tableau 24:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus mâles du Golfe de Béjaïa.

Mois	RGS Mensuel	Effectif	Saison	RGS Moyen
Décembre	<b>1,19</b>	7	Hiver	0,87
Janvier	0,83	23		
Février	0,6	7		
Mars	<b>1,15</b>	16	Printemps	1,05
Avril	<b>1,12</b>	6		
Mai	0,88	4		
Juin	0,86	3	Eté	0,79
Juillet	0,59	2		
Aout	0,91	3		
Septembre	<b>1,31</b>	20	Automne	1,03
Octobre	0,7	5		
Novembre	<b>1,09</b>	5		

En effet, c'est au printemps (mars-avril) et en période automnale que les RGS atteignent les plus fortes valeurs respectivement (**1,05**, **1,03**) alors qu'ils sont à leur minimum en hiver (**0,87**) et en été (**0,79**) (Tab.24). Cependant, les RGS moyens des mâles présentent des valeurs relativement inférieures que celles des femelles.

L'étude comparée de l'évolution du Rapport Gonado-Somatique a montré que la différence est significative chez les mâles et les femelles (test d'ANOVA au seuil de 5%).

### ➤ Dans la Baie de Jijel

#### A. RGS des merlus femelles

La comparaison des RGS moyens des reproducteurs mâles-femelles a montré une différence significative (test d'ANOVA au seuil de 5%).

L'analyse des courbes d'évolution du RGS moyen chez les merlus femelles (**Tab.25**) a permis de mettre en évidence trois phases distinctes. Un pic important qui s'étale à partir du mois de mars au mois d'avril dont la valeur enregistrée de RGS correspondant à une valeur moyenne la plus élevée enregistrée au cours de l'année et qui passe de **0,82 % à 1,72 %**.

En plus, deux pics de moindre importance, l'un s'étale au cours de la période estivale jusqu'au mois de septembre où la valeur moyenne du RGS augmente de **0,87 % à 1,24 %**, pendant que l'autre pic du mois de décembre au mois de janvier enregistre une valeur moyenne de RGS qui augmente de **0,66 %** pour atteindre un maximum en janvier avec une valeur de **1,35 % (Fig. 51)**.

Cependant, l'évolution des valeurs moyennes saisonnières du **RGS** a varié d'une saison à une autre. La période hivernale enregistre une valeur de **0,95 %** qui augmente au cours de la saison printanière pour atteindre un maximum à **1,28%**. Ce dernier va diminuer en période estivale et automnale pour atteindre des valeurs minimales représentées respectivement à **0,91 % et 0,94 %**.

Ces résultats montrent que la période printanière correspond à la période la plus favorable à la ponte de *Merluccius merluccius*. Des résultats similaires ont été déduits à partir des études concernant cette espèce à la Baie de Bou-Ismaïl (Alger) et Oran.

#### B. RGS des merlus mâles

Les variations mensuelles et saisonnières du RGS chez les mâles du *Merluccius merluccius* de la Baie de Jijel sont illustrées dans le tableau **26** et par la figure **51**.

La période de reproduction maximale se place entre mars et avril pour les merlus mâles et correspond à un pic maximal enregistré au cours de l'année avec des valeurs respectivement de **1,31 et 1,76 %**. En fin de cette période tous les merlus mâles ont fini d'expulser leurs produits sexuels.



Une deuxième phase marquée par une diminution brutale de la valeur moyenne de RGS enregistrée en mois de mai à **0,42 %**, peut être expliquée du fait que les mâles entrent en période de repos sexuel (une période qui correspond même à la diminution remarquable du nombre des individus où la fréquence numérique de la féminité l'emporte largement par rapport à la fréquence de masculinité).

Le RGS moyen entre ensuite dans une autre phase de progression des valeurs moyennes de RGS qui sont passées de 0.87 % au mois de juin pour enregistrer une valeur maximale au mois de septembre à 1.61 %. Une cinétique opposée a caractérisé la phase qui suit dont les valeurs moyennes de **RGS** régressent du mois de septembre à **1,61 %** jusqu'au mois de janvier à **0,16 %**, la plus faible valeur enregistrée. Cependant, l'évolution des valeurs moyennes saisonnières du **RGS** ont varié d'une saison à une autre. La période hivernale enregistre une valeur inférieure à **0,52 %** qui augmente au cours de la saison printanière pour atteindre un maximum à **1,16 %**. Ce dernier va diminuer légèrement en période estivale pour atteindre la valeur de **1,12 %** et reprendre progressivement en saison automnale pour accéder à une valeur de **1,17 %**.

**Tableau 25:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (**RGS**) des merlus femelles de la Baie de Jijel.

Mois	RGS	Effectif	Saison	RGS Moyen
Décembre	0,97	5	Hiver	<b>0,78</b>
Janvier	<b>0,55</b>	5		
Février	0,82	15		
Mars	<b>1,45</b>	28	Printemps	<b>1,28</b>
Avril	<b>1,72</b>	30		
Mai	0,66	6		
Juin	0,87	7	Été	1,02
Juillet	0,92	8		
Août	<b>1,26</b>	5		
Septembre	<b>1,31</b>	12	Automne	<b>0,96</b>
Octobre	0,66	4		
Novembre	0,91	4		

**Tableau 26:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus mâles de la Baie de Jijel.

Mois	RGS	Effectif	Saison	RGS
Décembre	1,25	1	Hiver	0,70
Janvier	0,16	7		
Février	0,68	10		
Mars	1,31	3	Printemps	1,16
Avril	1,76	10		
Mai	0,42	5		
Juin	0,87	2	Eté	1,12
Juillet	1,24	3		
Août	1,25	5		
Septembre	1,61	13	Automne	1,17
Octobre	0,91	10		
Novembre	0,98	10		

➤ *Dans le golfe de Annaba*

*A. RGS des merlus femelles*

Les variations mensuelles et saisonnières du RGS chez les femelles de *Merluccius merluccius* du Golfe de Annaba sont illustrées dans le tableau 27 et par la figure 52.

La période de reproduction, évaluée par les valeurs moyennes du RGS enregistrées au cours d'une année d'étude, concernant les merlus femelles de la région de Annaba correspond à des pics maximaux enregistrés au cours des mois de décembre, avril, août et septembre avec des valeurs respectivement de **1,66 % ; 1,77 % ; 1,72 % et 1,77 %**.

Le RGS moyen montre des fluctuations d'une période à une autre et qui se présente avec des valeurs qui se basculent à partir d'une valeur minimale enregistré au mois de novembre à **1,07 %** à une valeur maximale de **1,77 %** aux mois d'avril-septembre.

Cependant, l'évolution des valeurs moyennes saisonnières du RGS a montré une variation d'une saison à une autre. La période printanière l'emporte avec un taux de **1,50 %** suivie par la période automnale à **1,31 %**. Ce dernier va diminuer légèrement en période hivernale pour atteindre la valeur de **1,16 %** et régresse encore de plus en plus en saison estivale pour accéder à une valeur de **0,86 %**.

**Tableau 27 :** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus femelles du Golfe de Annaba.

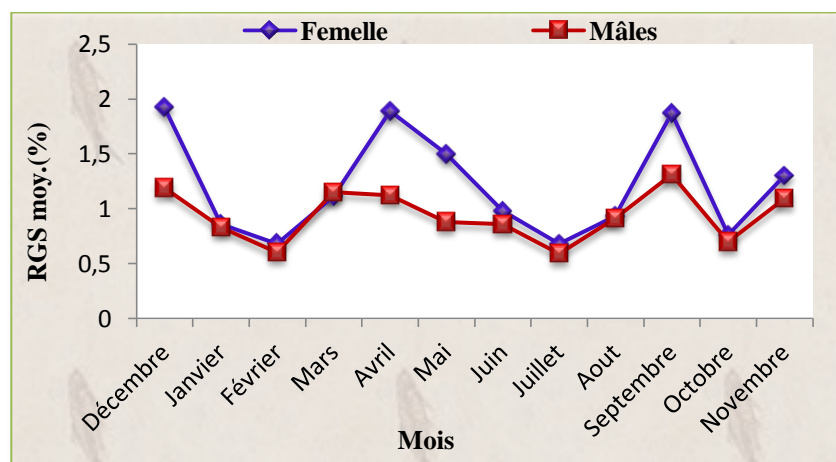
Mois	RGS	Effectif	Saison	RGS Moyen
Décembre	1,66	18	Hiver	1,16
Janvier	1,11	6		
Février	1,22	10		
Mars	1,26	8	Printemps	1,5
Avril	1,77	8		
Mai	1,14	5		
Juin	1,39	4	Eté	0,86
Juillet	1,6	3		
Août	1,72	2		
Septembre	1,77	11	Automne	1,31
Octobre	1,47	3		
Novembre	1,07	30		

**A. RGS des merlus mâles**

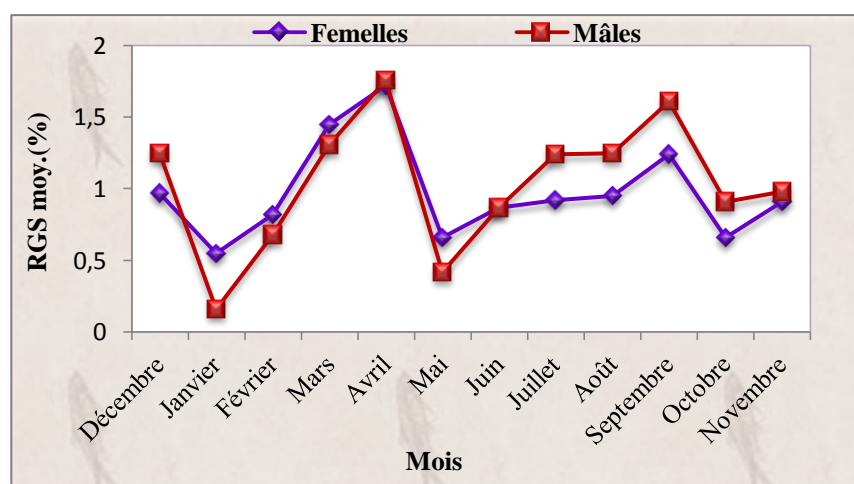
La courbe d'évolution du RGS des merlus mâles de la région de Annaba (**Fig. 52**), met en évidence l'intervalle de l'émission maximum des spermatozoïdes. En effet, nos résultats (**Tab. 28**) presque similaires à ceux trouvés dans le Golfe de Béjaïa et de la Baie de Jijel.

**Tableau 28:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique (RGS) des merlus mâles du Golfe d'Annaba.

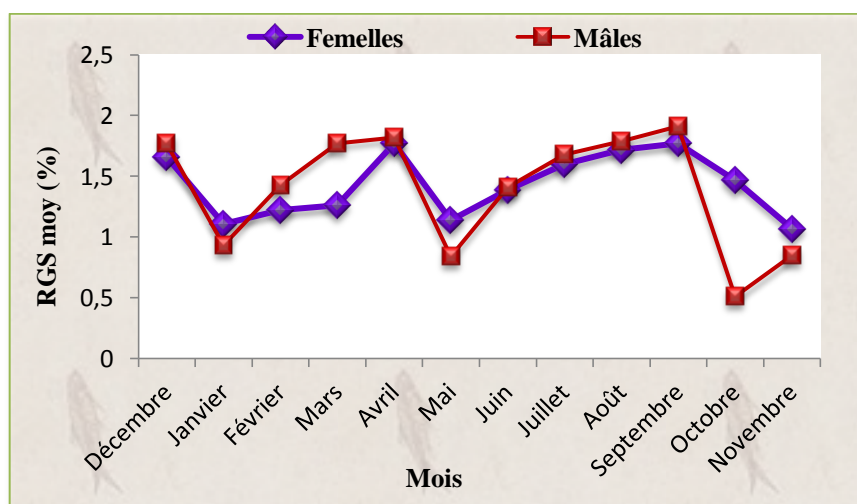
Mois	RGS	Effectif	Saison	RGS Moyen
Décembre	1,77	12	Hiver	1,38
Janvier	0,93	12		
Février	1,43	8		
Mars	1,77	15	Printemps	1,48
Avril	1,82	13		
Mai	0,84	10		
Juin	1,41	2	Eté	1,63
Juillet	1,68	1		
Août	1,79	2		
Septembre	1,91	9	Automne	1,09
Octobre	0,51	11		
Novembre	0,85	14		



**Figure 50:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.



**Figure 51:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles de la Baie de Jijel.



**Figure 52:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Gonado-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Annaba.

La période où les merlus mâles de Annaba ont fini d'expulser leurs produits sexuels qui coïncide à l'émission maximale, se présente aux mois de décembre, avril et en septembre correspondant à des pics maximaux enregistrés au cours de l'année d'étude exposés avec des valeurs respectivement de **1,66 % ; 1,77 % et 1,77 %**.

Cependant, la variabilité saisonnière du RGS des mâles de *Merluccius merluccius* diffère d'une période à l'autre. En fait, c'est au cours de la saison estivale que le **RGS** enregistre une valeur maximale à **1,63 %** suivie de la saison printanière à **1,48 %** et c'est en période automnale que le **RGS** atteint la valeur minimale à **1,09 %**.

L'étude combinée des RGS moyens et des fréquences des stades de maturité sexuelle chez les deux sexes a montré que :

- Les différentes étapes du cycle sexuel sont synchrones chez les deux sexes. Toutefois, les valeurs du **RGS** moyennes enregistrées présentent des variations exprimées d'une région à l'autre :

- ✓ Chez les femelles du Golfe de Béjaïa les valeurs du RGS moyen sont plus élevées que celles des mâles au cours de toute l'année.
- ✓ Les choses s'inversent au niveau du Golfe de Annaba où les valeurs du RGS moyennes des merlus mâles sont plus élevées que celles des femelles.
- ✓ Alors qu'au niveau de la Baie de Jijel les valeurs du RGS moyen des merlus mâles sont plus élevées que celles des femelles pour la période allant du mois de juin à décembre en opposition à la période allant du mois de janvier à mars où le RGS moyen enregistré chez les femelles est plus élevé que celui des mâles.

- La maturation des gonades peut commencer entre septembre et octobre de chaque année. La durée de la phase de maturation est d'environ d'un à deux mois selon les saisons.

- La période de reproduction moyenne se situe en septembre, avril et décembre où La ponte est maximale.

- Le développement des gonades n'étant pas synchrone pour l'ensemble des individus de la population : des individus à différents stades de développement sexuel et avec des RGS différents, se côtoient au même instant.

- La grande variabilité individuelle de RGS pour le même mois traduisant le grand décalage entre les individus de la population, dans leur maturation et émission et les plus grands écarts ont été observés essentiellement dans le Golfe de Béjaïa. Les individus présentent des indices de maturité (RGS) différents. Certains ont des valeurs faibles identiques à celles observées lors du repos sexuel, d'autres des valeurs plus élevées qui traduisent la maturation.

### 3.2.2. Etude comparée du Rapport Gonado-Somatique moyen entre les différentes zones d'études

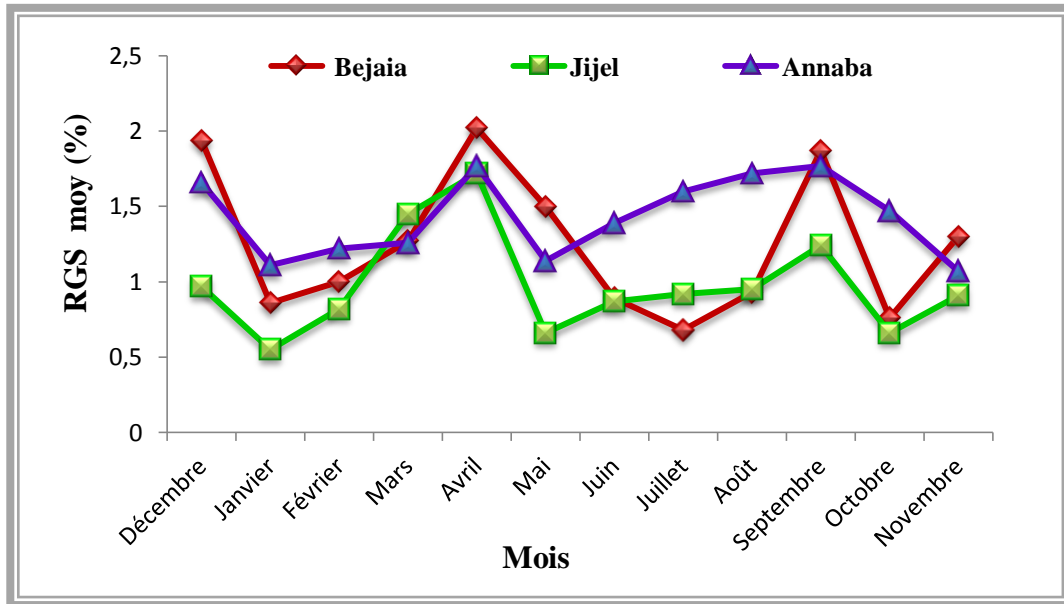
L'étude comparée du Rapport Gonado-Somatique moyen mâle et femelle entre les différentes régions a montré qu'il existe des différences significatives (test d'ANOVA au seuil de 5%.)

La comparaison des courbes d'évolution mensuelle de **RGS** moyen entre les différentes zones d'études des femelles (puisque les mâles présentent un schéma évolutif identique à celui des femelles dans toutes les régions) (**Fig. 53**) a montré que :

➤ Les valeurs de **RGS** moyen observées entre décembre et avril et en septembre, dans les trois zones d'étude, sont plus élevées. Toutefois, celles estimées dans le golfe de Béjaïa demeurent plus élevées à celles rencontrées dans les autres zones. Tandis que, des valeurs intermédiaires sont observées dans la zone de Annaba. Entre mai et octobre, les valeurs de RGS moyen au niveau de Annaba sont plus élevées que celles rencontrées dans les autres régions. La courbe de **RGS** moyen de Jijel occupe une position intermédiaire au cours de la période allant de février à avril et entre juin et août, le reste de l'année se présente à des situations inférieures à ceux d'autre zones.

➤ La maturation des gonades se manifeste en trois phases, pour toutes les zones, déclarées comme suit:

- La première phase illustrée de février-mars pour atteindre le maximum au mois d'avril ;
- La seconde phase entreprise entre juillet-août et va atteindre le maximum en septembre ;
- La troisième phase se déclare entre octobre-novembre pour s'exprimer au mois de décembre.



**Figure 53:** Evolution mensuelle comparée du Rapport Gonado-Somatique moyen des merlus femelles de la région Est algérienne.

- La période de reproduction moyenne se situe aux alentours de septembre, avril et décembre pour toutes les zones d'étude.
- La saison de reproduction moyenne est développée sur toute l'année. La ponte est maximale entre mars et avril, saison du printemps, pour toutes les régions.
- La décroissance de **RGS** est allongée au cours de l'année au niveau du Golfe de Béjaïa et celui de la région de Annaba pendent que ce dernier est rapide dans la Baie de Jijel.
- La période de repos sexuel est plus étendue au niveau du Golfe de Béjaïa et qui se situe entre mai et juillet alors que celle de Annaba se place entre les mois de septembre et novembre.

L'examen des courbes des variations du **RGS** moyen, au niveau des trois zones, montre que la maturation ovarienne se fait généralement au mois de septembre, décembre et avril (**Fig. 53**). Alors que la décroissance des **RGS** moyens est variable, les tracés de leur évolution sont différents d'une saison à l'autre et d'une région à l'autre : dans le Golfe de Béjaïa, la décroissance est lente, dans d'autres régions, la décroissance est relativement plus rapide. Elle se fait généralement d'une manière irrégulière suite à l'apparition occasionnelle

de certains pics. Ces pics sont dus à l'hétérogénéité de la population du merlu du point de vue maturité sexuelle. Les pics peuvent correspondre à une augmentation occasionnelle du pourcentage d'individus mûrs (d'après le résultat de l'étude qualitative des stades de maturité sexuelle). En effet, la présence d'individus matures, des œufs et de larves presque toute l'année, la succession de diverses classes d'âge dans la région Est algérienne, chacune paraît avoir son propre pic de reproduction et de phénomène de migration, ne permettent pas de savoir s'il s'agit d'une seconde période de reproduction. Il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance de la saison de reproduction et d'essayer de clarifier ces variations. Ainsi, d'autres rapports gonado-somatiques sont nécessaires à calculer en tenant compte des différents groupes de taille et de classe d'âge qui se succèdent dans les pêcheries du merlu.

### 3.2.3. Rapport Hépat-Somatique (RHS)

L'évolution du RHS moyen des 259 merlus examinés en 2013-2014 ne présente pas de tendance nette selon le sexe et les différentes saisons.

#### ➤ *Dans le Golfe de Béjaïa*

##### *A. RHS des merlus femelles*

Les données obtenues au cours de l'année 2013/2014 sont consignées dans le tableau 29 et reportées graphiquement sur la figure 54. Les résultats obtenus suggèrent que le suivi de l'indice **RHS** a révélé qu'en période printanière, le poids du tissu hépatique est assez bas et est de l'ordre de **2,63 %**, il coïncide bien avec la période de ponte qui demeure importante avec un **RGS** de **1,5 %** dont la gonade occupe le majeure partie de l'abdomen par rapport au foie. Cependant, nous observons l'inverse en période estivale, le **RHS** enregistre un pic principal qui est égal à **3,36%** qui correspond à un **RGS** équivalent à **0,86 %** correspondant à la période du repos sexuel de l'espèce.

##### *B. RHS des merlus mâles*

Les données obtenues sont consignées dans le tableau 30 et reportées graphiquement sur la figure 54. Les résultats obtenus suggèrent que le suivi de l'indice **RHS** a révélé qu'en période estivale, aussi bien comme les femelles, le poids du tissu hépatique enregistre un pic principal assez élevé, de l'ordre de **3,27 %** et coïncide bien avec la période du repos sexuel, donc le foie prend de la place par rapport à la gonade. Cependant, nous observons l'inverse en périodes hivernale et printanière où la moyenne du **RHS** enregistrée est plus basse et est égale à **2,31 %** correspondant à un **RGS** équivalent à **1,27 %** où la ponte est principale.



**Tableau 29:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus femelles du Golfe de Béjaïa.

Mois	RHS Mensuel	Effectif	Saison	RHS Moyen
Décembre	2,54	21	Hiver	<b>2,52</b>
Janvier	2,33	44		
Février	2,68	14		
Mars	2,44	47	Printemps	<b>2,63</b>
Avril	2,59	58		
Mai	2,87	9		
Juin	3,69	6	Eté	3,36
Juillet	3,23	8		
Août	3,15	3		
Septembre	2,82	19	Automne	<b>2,96</b>
Octobre	3,13	4		
Novembre	2,93	30		

**Tableau 30 :** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus mâles du Golfe de Béjaïa.

Mois	RHS Mensuel	Effectif	Saison	RHS Moyen
Décembre	2,11	7	Hiver	2,10
Janvier	2,23	23		
Février	<b>1,95</b>	7		
Mars	2,15	16	Printemps	2,22
Avril	2,26	6		
Mai	2,24	4		
Juin	<b>1,96</b>	3	Eté	2,12
Juillet	2,16	2		
Aout	2,23	3		
Septembre	1,92	20	Automne	1,98
Octobre	<b>1,69</b>	5		
Novembre	2,32	5		

➤ *Dans la Baie de Jijel*

**A. RHS des merlus femelles**

Le RHS moyen, a les valeurs les plus élevées en période estivale avec **3,12 %**. Néanmoins, de fortes variations individuelles et mensuelles sont observées dont un pic principal qui précède la période de reproduction aux mois de février-mars (**3,53 %-4,85 %**), suivi d'un pic secondaire enregistré au mois de juillet à **3,72 % (Tab. 31, Fig. 55)**.

D'après l'évolution des RGS des femelles, la période de ponte de l'espèce débute en mars-avril, pour se terminer brutalement en mai. Au cours de la période de ponte, une partie des réserves du foie semble être destinée à la production des gamètes: les pics de RHS précèdent les pics de RGS. Pendant la période de repos, des variations du poids du foie sont aussi notées indépendamment de l'état de maturité des gonades.

**Tableau 31:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépato-Somatique (RHS) des merlus femelles de la Baie de Jijel.

Mois	RHS	Effectif	Saison	RHS Moyen
Décembre	2,12	5	Hiver	<b>2,37</b>
Janvier	1,45	5		
Février	<b>3,53</b>	15		
Mars	3,1	28	Printemps	<b>2,33</b>
Avril	2,03	30		
Mai	1,85	6		
Juin	<b>3,67</b>	7	Eté	3,28
Juillet	2,71	8		
Août	2,45	5		
Septembre	1,56	12	Automne	<b>2,05</b>
Octobre	2,24	4		
Novembre	<b>2,34</b>	4		

**B. RHS des merlus mâles**

Le RHS des mâles suit la même évolution que celui des femelles, mais leur RGS ne le fait pas. Un pic principal enregistré au mois de février à **3,77 %** correspondant à la période hivernale (**2,34 %**) (**Tab. 32, Fig. 55**). Ce dernier enregistre un pic secondaire qui s'étale sur une longue période allant du mois de mai à août présenté avec des valeurs moyennes qui s'échelonnent de **2,35 % à 3,11 %**.

**Tableau 32 :** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus mâles de la Baie de Jijel.

Mois	RHS	Effectif	Saison	RHS Moyen
Décembre	1,36	1	Hiver	<b>1,47</b>
Janvier	1,54	7		
Février	1,5	10		
Mars	1,86	3	Printemps	<b>1,86</b>
Avril	1,91	10		
Mai	1,8	5		
Juin	1,71	2	Eté	1,71
Juillet	1,79	3		
Août	1,63	5		
Septembre	1,54	13	Automne	<b>1,58</b>
Octobre	1,66	10		
Novembre	<b>1,54</b>	10		

➤ *Dans le Golfe de Annaba*

*A. RHS des merlus femelles*

Les données obtenues relatées dans le tableau 33 et reportées graphiquement sur la figure 56. Le suivi de l'indice RHS au cours de l'année ne montre pas des fluctuations importantes durant le cycle reproductif. Le poids du tissu hépatique est assez bas, il est de l'ordre de **1,23 %** et coïncide bien avec la période de ponte qui demeure importante avec un RGS de **1,5 %**. Cependant, nous observons l'inverse en période estivale, le RHS moyen stable au cours des saisons.

*B. RHS des merlus mâles*

Les données du tableau 34 illustrées graphiquement dans la figure 56, décrit l'évolution du RHS mensuelles et saisonnière chez les merlus mâles. Le suivi de cet indice hépatique au cours de l'année 2013/2014 montre que les réserves hépatiques entraînent des fluctuations du RHS et, par conséquent, leur influence dans la maturation des spermatozoïdes. Ce dernier évolue avec le cycle reproductif avec une valeur moyenne de **2,6 %**.

**Tableau 33:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus femelles du Golfe de Annaba.

Mois	RHS	Effectif	Saison	RHS Moiyen
Décembre	1,41	18	Hiver	<b>1,69</b>
Janvier	1,78	6		
Février	<b>1,89</b>	10		
Mars	1,19	8	Printemps	<b>1,23</b>
Avril	1,08	8		
Mai	1,42	5		
Juin	1,64	4	Eté	1,37
Juillet	1,36	3		
Août	1,12	2		
Septembre	1,22	11	Automne	<b>1,50</b>
Octobre	1,47	3		
Novembre	<b>1,8</b>	30		

**Tableau 34:** Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique (RHS) des merlus mâles du Golfe de Annaba.

Mois	RHS	Effectif	Saison	RHS Moyen
Décembre	<b>0,89</b>	12	Hiver	0,91
Janvier	0,89	12		
Février	0,96	8		
Mars	1,28	15	Printemps	<b>1,26</b>
Avril	<b>1,26</b>	13		
Mai	1,23	10		
Juin	<b>1,5</b>	2	Eté	<b>1,36</b>
Juillet	1,26	1		
Août	1,32	2		
Septembre	<b>1,21</b>	9	Automne	1,14
Octobre	1,24	11		
Novembre	0,96	14		

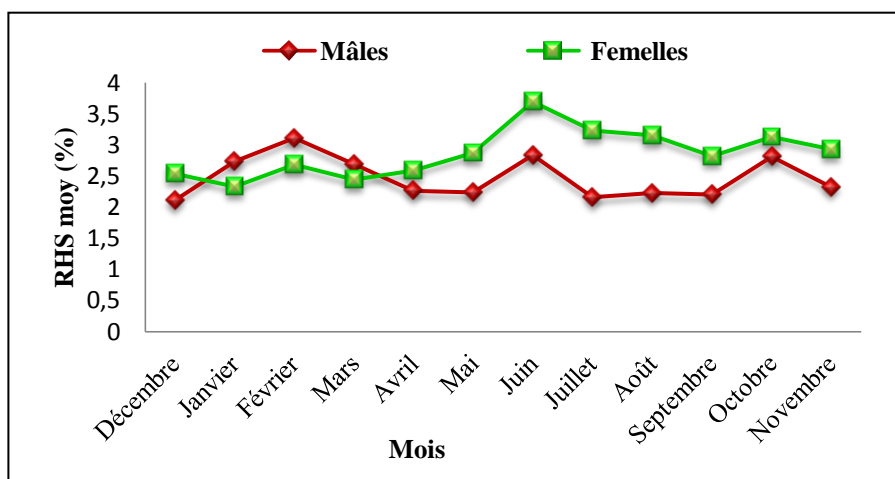


Figure 54 : Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.

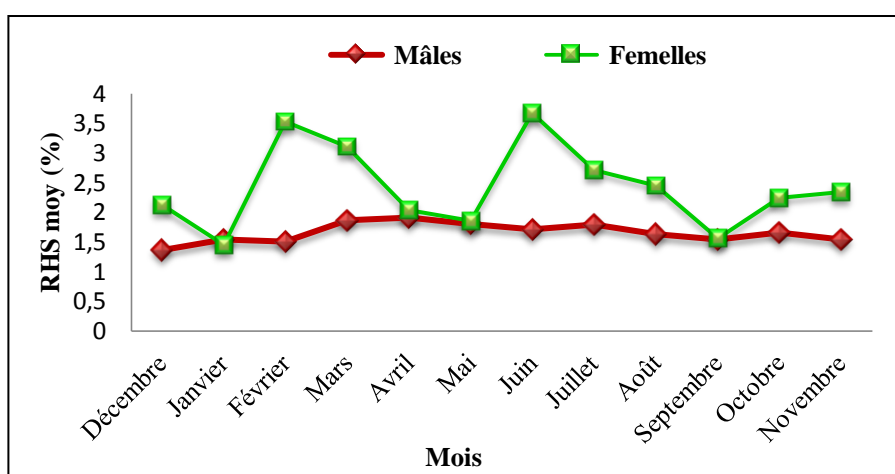


Figure 55: Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles de la Baie de Jijel.

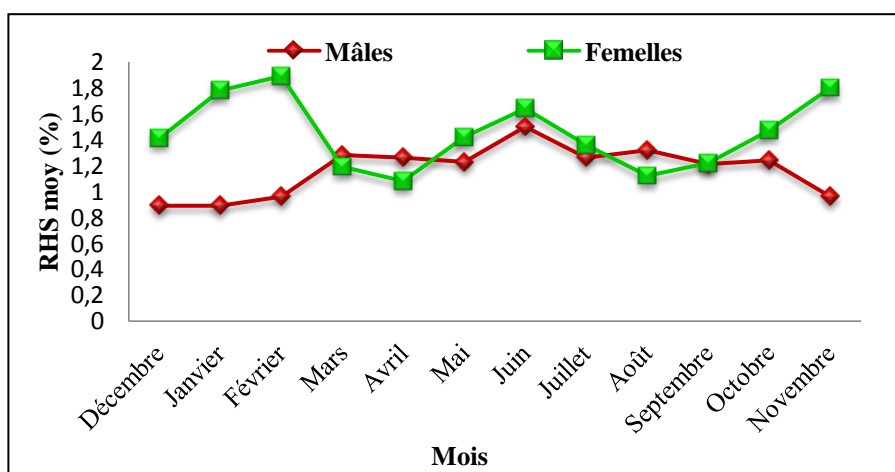


Figure 56: Evolution mensuelle et saisonnière du Rapport Hépat-Somatique des merlus femelles-mâles du Golfe de Annaba.

### 3.2.4. L'évolution des rapports Gonado-Somatique et Hépat-Somatique

- *Chez les femelles*

Les **RGS** de 264, 123 et de 77 femelles, respectivement du Golfe de Béjaïa, de la Baie de Jijel et du Golfe de Annaba, ont été calculés de septembre 2013 à septembre 2014 (**Fig. 57,58,59**).

En une année d'étude, des variations mensuelles et saisonnières ont été enregistrées. Le **RGS** moyen est retracé en trois phases dont il augmente à partir du mois de mars pour atteindre un maximum en avril (**2,02- 1,72- 1,77 %**) pour les trois régions consécutives ; il chute ensuite au mois de mai. Dès le mois de juin, il augmente à nouveau et atteint en septembre un maximum à (**1,87- 1,24- 1,77 %**), plus faible que les données précédentes probablement en raison du faible nombre d'individus échantillonnés pendant la saison estivale. Une troisième phase distinguée dont l'indice reste encore relativement élevé marqué par le pic de décembre à (**1,94- 0,97- 1,66 %**), puis chute à nouveau en janvier.

Les intervalles de confiance des valeurs moyennes ont parfois une grande amplitude, les variations inter-individuelles sont fortes. Le même mois des femelles peuvent avoir des **RGS** différents, par exemple dans le golfe de Béjaïa, au mois de mars on a enregistré des **RGS** individuels qui basculent de **0,4 % a 2,83 %**. Les valeurs individuelles peuvent donc être élevées alors que le **RGS** moyen est faible et inversement.

Le **RHS** de ces dernières femelles de *Merluccius merluccius* a été suivi aussi en même temps que le **RGS**, période au cours de laquelle des pics de **RHS** moyen ont été observés: l'un en février (**2,68- 3,53- 1,89 %**) pour les trois zones d'étude consécutives. L'autre de juin-juillet (**3,46- 3,19- 1,36 %**) et le dernier du mois d'octobre et novembre dont le **RHS** moyen enregistré est de l'ordre de (**3,03- 2,29- 1,63 %**) avec de fortes variations inter-individuelles comme en février où les valeurs sont comprises entre **1,41 % et 6,91%**. Ces pics de **RHS** vont coïncider avec les périodes d'accumulation des réserves hépatiques qui vont être résorbées ultérieurement par la gonade.

Les pics de **RHS** apparaissent juste avant les pics de **RGS**, et les deux indices évoluent généralement inversement au cours de toute l'année. Cependant, alors que le **RGS** reste à des valeurs faibles, le **RHS** augmente, puis diminue alors que le **RGS** augmente à nouveau.

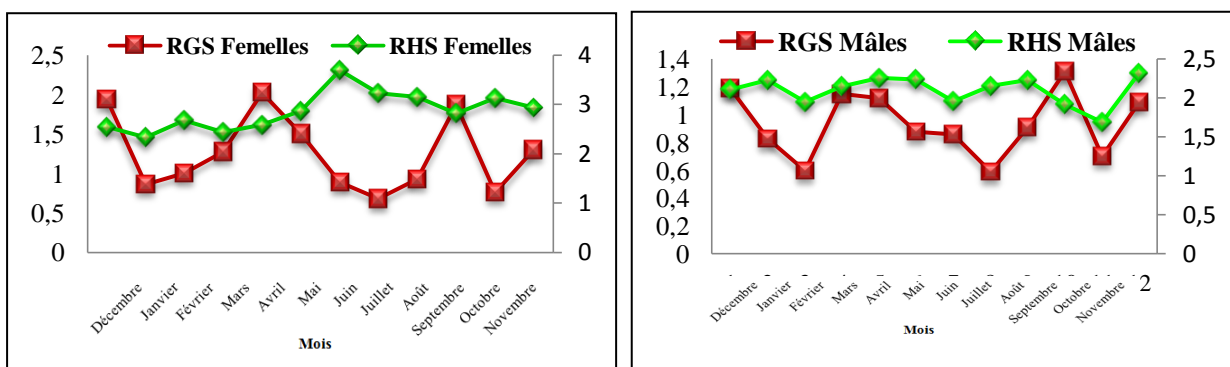


Figure 57: Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de *Merluccius merluccius* femelles-mâles du Golfe de Béjaïa.

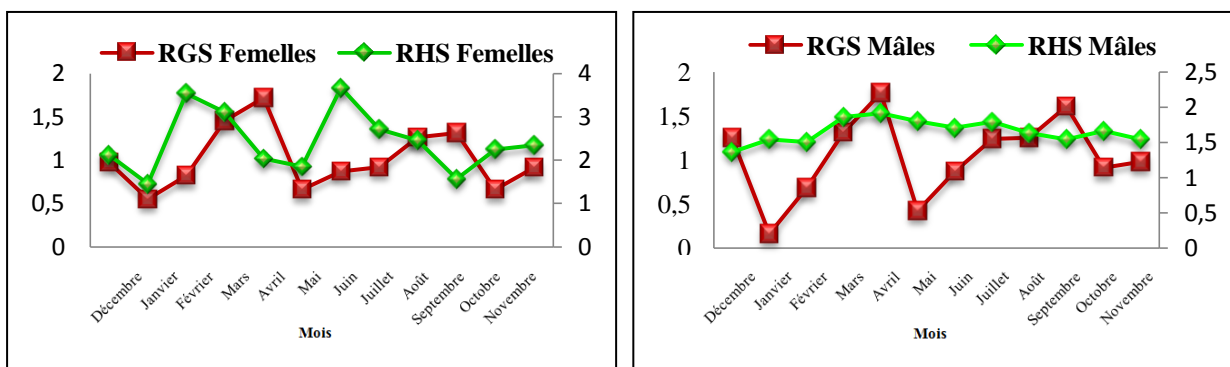


Figure 58: Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de *Merluccius merluccius* femelles-mâles de la Baie de Jijel.

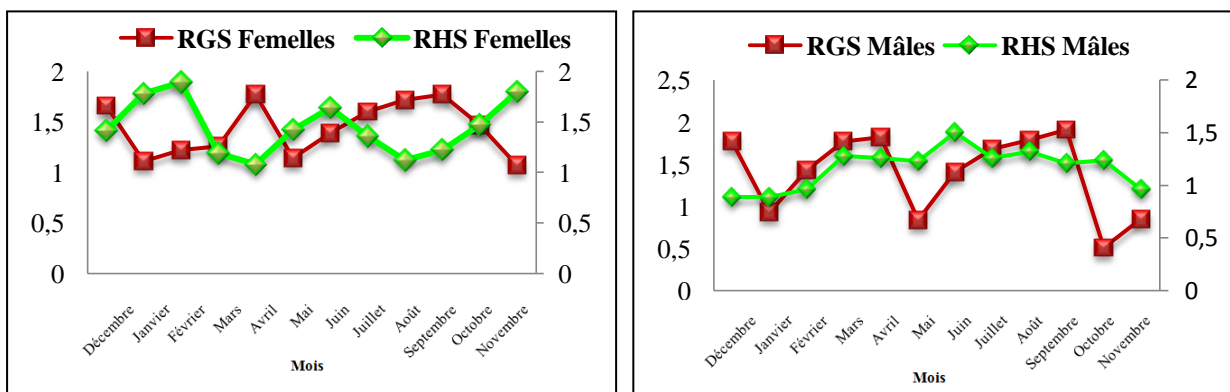


Figure 59: Etude comparée des rapports pondéraux (RGS-RHS) de *Merluccius merluccius* femelles-mâles du Golfe de Annaba.

- *Chez les mâles*

Au cours de l'année 2013/2014, le suivi des RGS et RHS de 101, 79 et de 109 mâles, respectivement du Golfe de Béjaïa, de la Baie de Jijel et du Golfe de Annaba (**Fig. 57,58,59**), ont également été déterminés.

Le RGS moyen se maintient à des valeurs conjointes avec un maximum aux mois d'avril- septembre et décembre pour les trois stations d'études. Les variations des valeurs individuelles peuvent donc être élevées alors que le RGS moyen est faible et inversement, ces fluctuations peuvent être la conséquence de la différence en nombre d'individus échantillonnés selon le sexe et leurs variations mensuelles et saisonnières ainsi selon les zones d'étude.

L'évolution du RHS moyen est en opposition avec celle du RGS. L'indice reste à des valeurs élevées de février, juin et octobre respectivement de l'ordre de **3,11** , **2,84** et de **2,81** %) pour le Golfe de Béjaïa, au moment où dans la Baie de Jijel ont note les valeurs de **3,53** - **3,67** % correspondant aux mois de février et juin. Au niveau du golfe de Annaba, l'indice enregistre la valeur la plus élevée au mois de février à **1,89** % suivi d'une phase quasiment stationnaire du mois de mai jusqu'au mois d'août, pour qu'il s'engage à augmenter une fois de plus pour atteindre le maximum au mois de novembre à **1,8** %. Toutefois l'indice de la région de Annaba enregistré reste le plus faible par rapport à d'autres zones d'étude.

*Les pics des RGS moyens observés pour les mâles et les femelles laissent supposer que la ponte et l'émission des spermatozoïdes ont lieu en trois phases au cours d'année. Cependant les RGS individuels montrent que toute l'année des mâles et des femelles émettent leurs gamètes.*

*Le suivi du RHS chez les mâles et les femelles met en évidence qu'une mise en réserve a lieu dans le foie, en général un inversement entre les pics de RGS et de RHS remarquable au cours de l'année. Chez les femelles une augmentation du RHS en phase avec celle du RGS a été notée donc le stockage de réserves dans le foie semble donc en partie lié à la reproduction.*



#### 4. Taille à la première maturité sexuelle

La connaissance de la taille de première maturité sexuelle est très utile dans la détermination de la taille minimale de capture. D'après l'observation macroscopique des gonades au cours de notre échantillonnage, nous avons attribué pour chaque individu un stade.

**Tableau 35:** Longueur totale du plus petit individu mâle-femelle mature (Lp) observée pour chaque région d'échantillonnage.

Zone d'étude	Lp (cm)	
	Mâles	Femelles
Le golfe de Béjaïa	15.6	15.6
La Baie de Jijel	16.8	15.8
Le golfe de Annaba	15.9	16.2

D'après **Samb (1989)**, la taille de la première maturité sexuelle est la longueur à laquelle **50 %** des individus sont matures. Dans notre cas, l'estimation biologique de la taille à la première reproduction à partir de l'observation du plus petit individu mature est de **16 cm** pour les femelles et **16 cm** pour les mâles correspondant à un stade I. En effet, comme le mentionne **Cherabi (1987)**, chez les individus jeunes, un premier développement des gonades n'aboutit pas forcément à l'élaboration de produits réellement aptes à la reproduction.

L'examen du pourcentage de femelles matures en fonction de la taille, sont portés dans les tableaux **(36, 37, 38)** ci-dessus construit à partir des tableaux de l'annexe **02**. Les courbes des pourcentages des individus matures (mâles, femelles et de l'ensemble) par classe de taille de 4 cm sont représentées sur les figures **(60, 61, 62)** correspondent à la région Est algérienne et respectivement au Golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le golfe de Annaba. Ces dernières, permettent de fixer à **29,3**, **29,2** et de **29,2 cm** respectivement dans le golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel et le golfe de Annaba, la taille à laquelle 50 % des merlus femelles sont aptes à se reproduire et toutes le sont à partir de **36 cm**. En ce qui concerne les mâles, **21,3**, **20,7** et de **20,6 cm** représentent les taille aux quelles 50 % de la population ont atteint la maturité. Au-delà de **28 cm**, tous les mâles rencontrés sont adultes. Enfin, l'analyse de l'ensemble des données révèle que la population de *Merluccius merluccius* tous sexes confondus atteint sa taille de première maturité (L50) à **26,6**, **26,3** et de **24 cm** dans les trois stations respectives.

**Tableau 36:** Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* de la région de Béjaïa.

C.c	% des mâles mature	% des femelles mature	% de l'ensemble mature
16,5	0	0	0
19,5	20	5,88	12,09
22,5	62,5	13,64	23,17
25,5	87,5	27,5	44,64
28,5	100	38,89	56,86
31,5	100	75,76	80,49
34,5	100	92,31	93,33
≥36	100	100	-

**Tableau 37:** Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* de la région de Jijel.

C.c	% des mâles mature	% des femelles mature	% de l'ensemble mature
16,5	0,00	0,00	0,00
19,5	36,84	0,00	20,59
22,5	72,00	11,43	36,67
25,5	90,91	25,00	46,97
28,5	100,00	41,67	66,67
31,5	100,00	77,78	84,62
34,5	100,00	100,00	100,00
≥36	100	100,00	100,00

**Tableau 38:** Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* de la région de Annaba.

C.c	% des mâles mature	% des femelles mature	% de l'ensemble mature
16,5	18,18	0,00	0,00
19,5	40,74	0,00	22,00
22,5	61,54	21,05	44,44
25,5	82,35	31,25	57,58
28,5	92,31	40,00	69,57
31,5	100,00	75,00	92,31
34,5	100,00	100,00	100,00
≥36	100	100,00	100,00

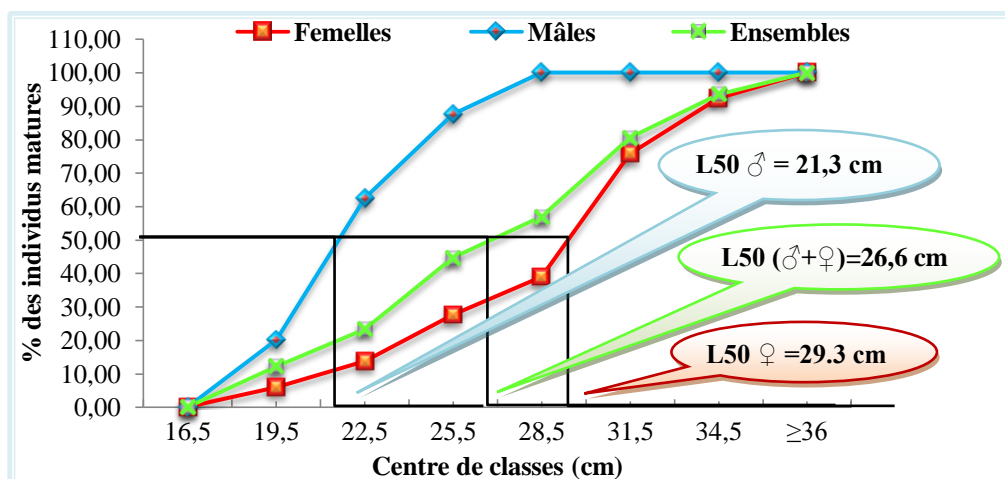


Figure 60: Taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* du Golfe de Béjaïa.

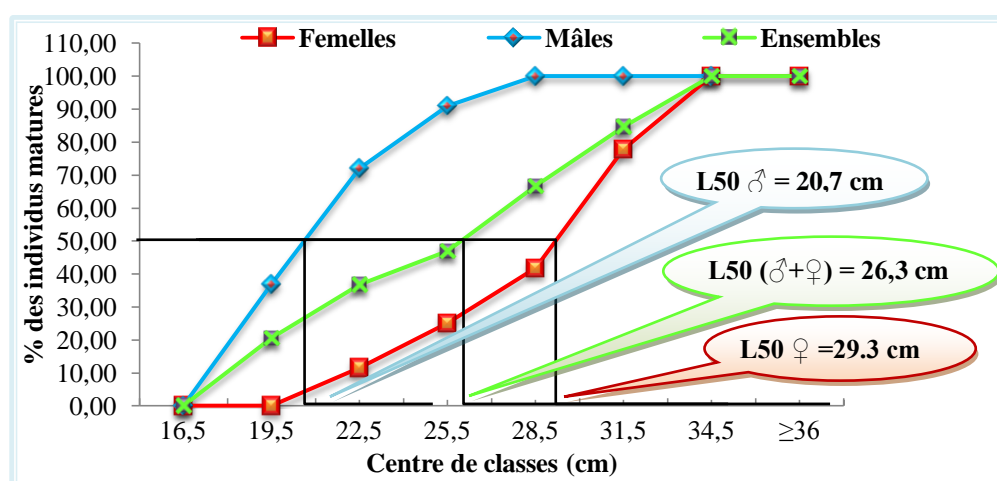


Figure 61: Taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* de la Baie de Jijel.

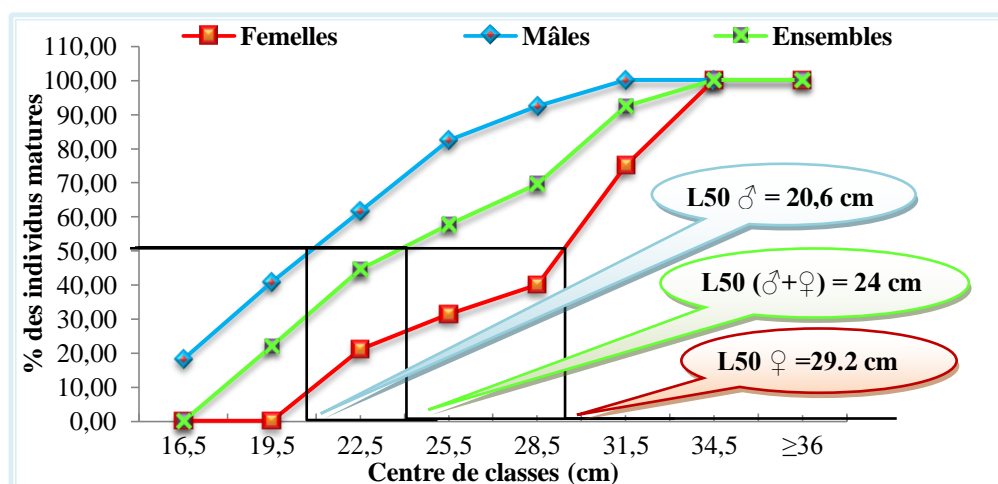


Figure 62: Taille à la première maturité sexuelle de *Merluccius merluccius* du Golfe de Annaba.

**Tableau 39** : Les estimations de paramètre de maturité du merlu (**L50**) de la région Est algérienne.

Année 2013/2014	Béjaïa	Jijel	Annaba
Mâle	21,3	20,7	20,6
Femelle	29,3	29,2	29,2
Ensemble	26,6	26,3	24

## 5. Facteur de condition K

La détermination du facteur de condition est faite à partir d'une relation poids-longueur ; les poissons les plus lourds, dans un intervalle de taille considéré, sont supposés être en meilleure condition. D'après **Bolger & Connolly (1989)**, **K** est un indicateur de la «fitness» de la population. Notamment, il est considéré plus faible après la reproduction. Ce dernier (**K**) traduisant donc l'état général du poisson en fonction des activités physiologiques.

Le suivi mensuel du facteur de condition K au cours d'un cycle annuel, a montré que celui-ci évolue de la même façon chez les mâles et les femelles dans le Golfe de Béjaïa, au moment où il présente une variabilité au sein des femelles dans les autres zones étudiées. Cependant, les valeurs du facteur de condition chez les femelles sont légèrement plus élevées hormis certains mois de l'année où ce facteur est en faveur des mâles. En plus, des variations inter-individuelles du facteur de condition **K** moyen sont observées dans toutes les zones d'étude.

### 5.1. Variations mensuelles du facteur de condition K moyen

#### ➤ Zone de Béjaïa

Le facteur de condition K individuel moyen mensuel consécutifs des deux sexes évolue, pour la plupart du temps, parallèlement. Toutefois, les valeurs de K moyennes des femelles sont relativement un peu élevées que celles des mâles (**Tab. 40 et Fig. 63**). Les valeurs du facteur de condition K comparées entre les deux sexes présentent des différences significatives (test d'ANOVA au seuil de 5%).

Le facteur de condition **K** moyen des femelles présente des valeurs qui concordent bien avec celles de **RGS**. Alors que les valeurs basses correspondent parfaitement avec le pic de reproduction ou bien parvient juste après ce dernier dont **K** enregistré en septembre 2013 (**0,58 %**), en décembre (**0,51 %**), en mars (**0,57 %**) pour qu'il diminue à nouveau en septembre 2014 à (**0,53 %**). Des résultats qui nous permettent d'avancer que les femelles sont alors dans

leur plus mauvaise condition à ces moments. Toutefois, l’embonpoint des femelles reste élevé pour le reste de l’année. Aussi, les merlus mâles marquent un coefficient de condition pratiquement flottant tout au long de l’année et spécialement pendant la période de ponte.

**Tableau 40** : Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région de Béjaïa.

Mois	K moy (%)		Saison	K moy (%)	
	Mâles	Femelles		Mâles	Femelles
Septembre	0,58	0,58	Automne	0,58	0,64
Octobre	0,57	0,65			
Novembre	0,59	0,68			
Décembre	0,51	0,51	Hiver	0,58	0,55
Janvier	0,61	0,57			
Février	0,61	0,56			
Mars	0,56	0,57	Printemps	0,55	0,61
Avril	0,55	0,64			
Mai	0,55	0,63			
Juin	0,67	0,68	Ete	0,66	0,66
Juillet	0,59	0,64			
Août	0,71	0,67			
Septembre	0,63	0,53			

➤ **Zone de Jijel**

Les données obtenues pour la région de Jijel sont consignées dans le tableau 41 et portées graphiquement sur la figure 64. Les valeurs du facteur de condition K comparées entre les deux sexes présentent des différences significatives (test d’ANOVA au seuil de 5%).

Le facteur de condition, qui traduit l’état général du poisson en fonction des activités physiologiques, subit des fluctuations durant le cycle étudié. Les valeurs élevées de K moyen dénote cette-fois-ci qu’elles sont en faveur des mâles, oscillant entre **0,6 et 0,73 %**. Cependant, les deux variantes évoluent d’une manière similaire dont les valeurs moyennes de K s’élèvent durant la période qui précède le démarrage de la reproduction pour qu’il diminue au cours des périodes de ponte signalées.

➤ **Zone de Annaba**

Les données obtenues pour la région de Annaba sont consignées dans le tableau 42 et portées graphiquement sur la figure 65. Les valeurs du facteur de condition K comparées entre les deux sexes présentent des différences significatives (test d’ANOVA au seuil de 5%).

Les mêmes observations sont notables que les autres zones d’étude. K montre un cycle où

la condition des merlus mâles présente des données similaires à celles des femelles. La condition physiologique est meilleure en été et au printemps (0,64- 0,63 %) et moins bonne en hiver et en automne (0,58- 0,57 %) pour les mâles et les femelles. Il semble que l'embonpoint du merlu commun de la région d'Annaba évolue de la même manière que celui des régions précédentes dont il marque son maximum avant la période de frai et son minimum coïncide avec la période de reproduction.

**Tableau 41 :** Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région de Jijel.

Mois	K moy (%)		Saison	K moy (%)	
	Mâles	Femelles		Mâles	Femelles
Septembre	0,61	0,63	Automne	0,65	0,59
Octobre	0,6	0,56			
Novembre	0,73	0,57			
Décembre	0,56	0,53	Hiver	0,57	0,57
Janvier	0,53	0,55			
Février	0,62	0,62			
Mars	0,65	0,66	Printemps	0,67	0,63
Avril	0,72	0,65			
Mai	0,65	0,57			
Juin	0,7	0,69	Ete	0,68	0,69
Juillet	0,64	0,69			
Août	0,69	0,69			
Septembre	0,7	0,61			

**Tableau 42 :** Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région de Annaba.

Mois	K moy (%)		Saison	K moy (%)	
	Mâles	Femelles		Mâles	Femelles
Septembre	0,6	0,62	Automne	0,58	0,58
Octobre	0,56	0,54			
Novembre	0,57	0,58			
Décembre	0,54	0,55	Hiver	0,59	0,57
Janvier	0,57	0,53			
Février	0,65	0,64			
Mars	0,66	0,7	Printemps	0,63	0,63
Avril	0,64	0,58			
Mai	0,59	0,61			
Juin	0,6	0,61	Ete	0,64	0,64
Juillet	0,66	0,63			
Août	0,66	0,69			
Septembre	0,62	0,57			

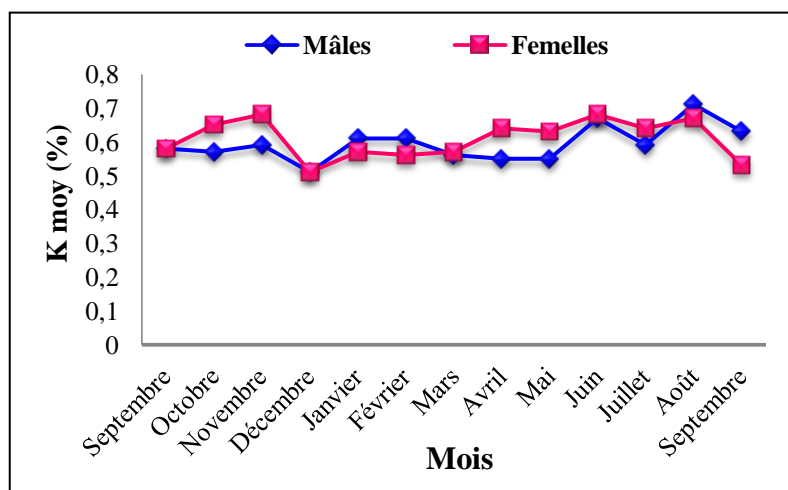


Figure 63: Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région de Béjaïa.

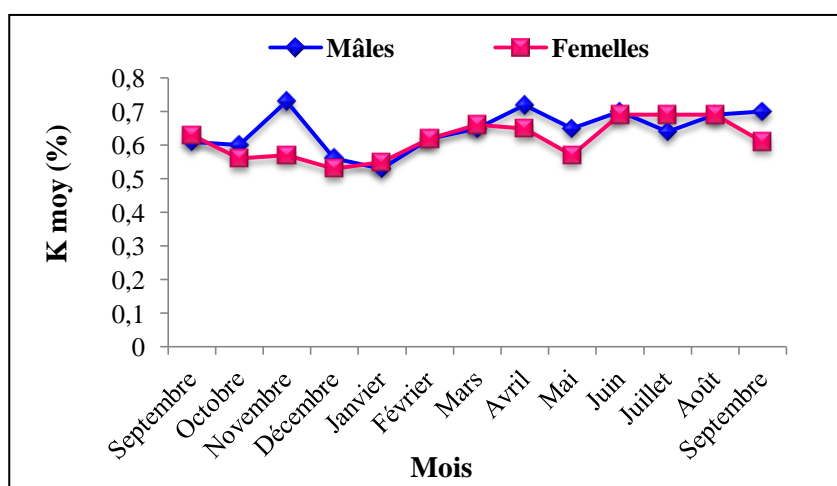


Figure 64: Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région de Jijel.

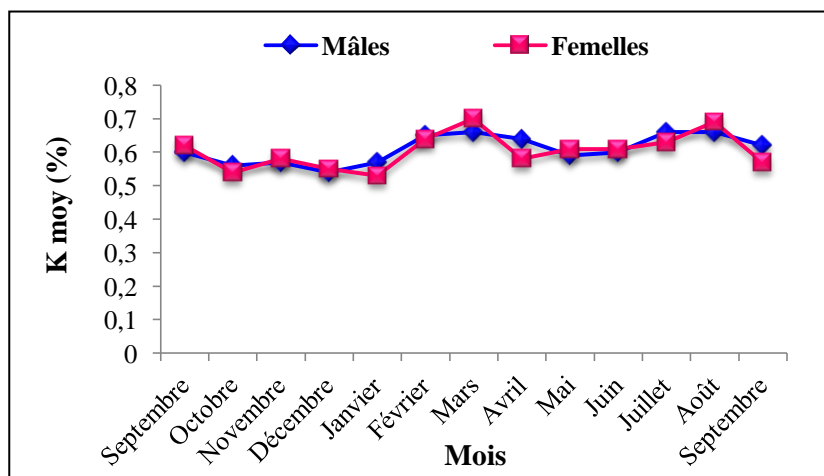


Figure 65: Variation mensuelle comparée du facteur de condition K moyen de *Merluccius merluccius* mâles et femelles de la région d'Annaba.

Les valeurs de l'embonpoint enregistrées pour les merlus mâles sont pratiquement semblables à celles des femelles le long de l'année étudiée le merlu semble affecté par les mêmes conditions dont l'activité sexuelle, la présence des deux sexes à des rayons bathymétriques similaires, les conditions physiques et chimiques du milieu, surtout la qualité nutritionnelle vaseuse en plus la diète (estomacs vides) du merlu au fil de la ponte qui a été rapportée.

Dans l'ensemble, nos résultats, rejoignent ceux dans la Baie d'Oran où *M. merluccius* montre une meilleure condition aussi bien en période de maturation qu'en post-ponte.

### 5.2. Variation du facteur de condition K par groupe de taille

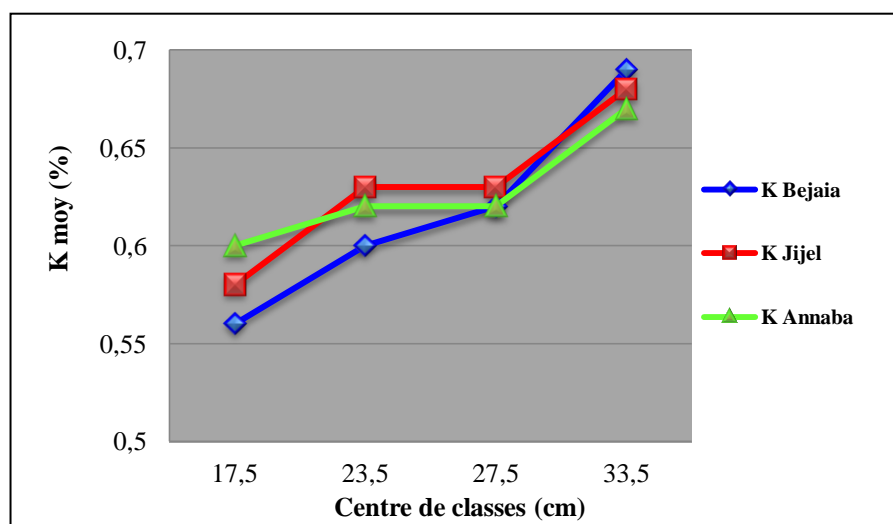
Cette étude a été uniquement réalisée chez les merlus femelles car l'évolution dans le temps du facteur de condition K est similaire chez les deux sexes dans toutes les régions (Fig. 66). Si nous considérons les groupes de tailles : **15-20 cm** ; **20-25 cm** ; **25-30 cm** et **≥30 cm**. La comparaison du facteur de condition K entre les jeunes et les grands reproducteurs dénote une différence significative du facteur de condition K (test d'ANOVA au seuil de 5%.) dans les trois zones d'études.

Les courbes du facteur de condition K moyen présentent une évolution en dents de scie entre les jeunes et les grands reproducteurs. Les courbes évoluent d'une disposition similaire mais les profils se différencient selon les groupes et les zones considérés.

Alors que la condition pour les individus juvéniles et les jeunes merlus dont le coefficient de l'embonpoint est plus faible dans le Golfe de Béjaïa, sûrement à cause de la pression de la pêche exercée dans cette zone de nurserie et de production des poissons ; ce dernier présente des valeurs relativement stables dans la Baie de Jijel et le Golfe de Annaba ; à une certaine gamme de taille oscillant entre **23,5** et **27,5 cm** les jeunes merlus du Golfe de Béjaïa montrent une augmentation de leurs embonpoints.

Les dispositions s'inversent pour les grands géniteurs dont des valeurs plus élevées du K moyen en faveur des femelles du Golfe de Béjaïa et sont moins importantes dans la zone de Annaba et occupent des valeurs intermédiaires dans la Baie de Jijel.





**Figure 66:** Evolution comparée du facteur de condition K moyen par groupes de taille de *Merluccius merluccius* de la côte-Est algérienne.

Les paramètres de reproduction de *Merluccius merluccius* ainsi obtenus, nous permettront d'entamer l'étude de la dynamique de cette espèce. Cependant, notre étude, basée sur l'observation macroscopique de la reproduction de *Merluccius merluccius* mériterait d'être poursuivie et confirmée par une étude histologique de la gamétogenèse.

## 6. Structure histologique des gonades

Les gonades qui ont subi un traitement histologique ont été choisies en fonction de leur taille et de la saison. Le but visé dans cette partie, n'est pas d'étudier d'une manière détaillée l'ovogenèse et la spermatogenèse du merlu, mais de suivre dans le temps, les différenciations structurales qui y surviennent afin de faire le parallèle avec les stades de maturité sexuelle macroscopiques chez les deux sexes.

### 5.2. Observation, classification et description des types cellulaires de l'ovogenèse chez *Merluccius merluccius*.

La glande génitale femelle chez *M. merluccius* comporte une cavité centrale riche en tissu conjonctif bien vascularisé se prolongeant entre des lamelles ovariennes disposées transversalement le long de son axe longitudinal. Ces dernières contiennent des ovocytes à différents stades d'ovogenèse qui se fait de la cavité vers la périphérie, où est localisée une lumière entourée par une paroi mince (Fig. 67 a, 67 b, 67 c) illustrés sur la planche I.

Les ovaires présentent une organisation particulière: en coupe transversale les ovocytes apparaissent groupés par stade de manière concentrique autour d'un rachis (Fig. 67 b, 67 c), axe central de l'ovaire constituant l'assise des lamelles ovariennes, la lumière de l'ovaire se situant en périphérie. Les petits ovocytes de stade 1 sont situés immédiatement à la périphérie du rachis et les ovocytes hyalins à la périphérie de la gonade.

L'examen histologique des ovaires de *Merluccius merluccius* à différentes périodes du cycle sexuel a dévoilé la coexistence de plusieurs stades de développement ovocytaire à différents niveaux de maturité au sein d'un même ovaire (Fig. 67 b, 67 c).

#### A. *Stade microscopique de la maturation ovocytaire*

L'examen microscopique des coupes transversales et longitudinales de 280 glandes génitales du *Merluccius merluccius* a permis d'estimer le degré d'évolution des ovocytes dans l'ovaire. Notre échantillonnage étalé sur un cycle annuel complet a couvert tous les stades de l'échelle microscopique.

- **Stade I** ( **Planche I** )

A ce stade sont observées les cellules germinales primordiales, **Les ovogonies** (Fig. 67 d, 67 e), de forme irrégulière, groupées dans un nid germinatif (Fig. 67 d), présentant un noyau volumineux avec un nucléole central, un cytoplasme homogène et réduit (en phase d'accroissement) (Fig. 67 e). En plus, une cavité centrale importante, et un stroma riche en tissu conjonctif. Les ovocytes sont en début de dépôt d'une substance d'aspect homogène annonçant la mise en place de la matrice gélatineuse (Fig. 67 e). A ce niveau, on n'arrive pas à distinguer entre les follicules de type **A** et les follicules de type **B**.

#### **Caractéristiques biologiques des individus**

<b>Individu :</b>	<b>Zone de capture</b>	<b>Date de capture</b>	<b>L<sub>T</sub></b>	<b>RGS</b>
<b>d</b>	Golfe de Béjaïa	14/03/14	41.5	2.83
<b>e</b>	Golfe de Béjaïa	14/07/14	29.6	1.59

- **Stade II** ( **Planche II** )

**Les ovocytes immatures** (Fig. 68 a) sont des cellules de plus grande taille. Le noyau occupe environ 2/3 du volume cellulaire, et les nucléoles non périphériques du nucléoplasme sont plus nombreux (5 à 15) (Fig. 68 a, 68 b, c, 68 d). Les ovocytes immatures sont entourés d'une fine couche de cellules folliculaires constituées de deux enveloppes bien distinctes, la zona radiata et l'épithélium folliculaire simple limité par une troisième moins distincte, la **thèque** (Fig. 68 c). Ces transformations sont accompagnées par la réduction de la cavité

centrale et de l'épaississement de la paroi ovarienne. A la fin de ce stade, les nucléoles commencent à se diriger vers la périphérie du noyau (**Fig. 68 d**).

**Caractéristiques biologiques des individus**

Individu :	Zone de capture	Date de capture	L <sub>T</sub> (cm)	RGS(%)
<b>a et b</b>	Golfe de Béjaïa	08/10/13	22.6	1.43
<b>d</b>	Golfe de Annaba	12/11/13	22.4	1.20

• **Stade III ( Planche II)**

Le stade III présenté par **Les ovocytes pré-vitellogéniques**. Quelques ovocytes restent au stade primaire ou secondaire (**Fig.68 e**). La vitellogenèse commence à la fin du stade II par le dépôt de vitellus qui va rendre le cytoplasme des ovocytes hétérogène en augmentant leur taille pour devenir de type **C1 (Fig.68 e)** ; le noyau devient très volumineux avec des nucléoles qui commencent à occuper la périphérie (**Fig.68 f**). L'accumulation du vitellus s'accroît rendant le cytoplasme de plus en plus hétérogène, la structure du noyau n'a pas subi de modifications majeures depuis le stade immature; les nucléoles sont en périphérie pour que les ovocytes deviennent de type **C2 (Fig.68 f)**. Notons la présence de nombreux ovocytes pré-vitellogéniques rattachés au tissu conjonctif par un pédoncule.

**Caractéristiques biologiques des individus :**

Individu :	Zone de capture	Date de capture	L <sub>T</sub> (cm)	RGS (%)
<b>e</b>	Golfe de Annaba	09/09/14	41.3	2.02
<b>f</b>	Baie de Jijel	08/4/13	30.4	2.21

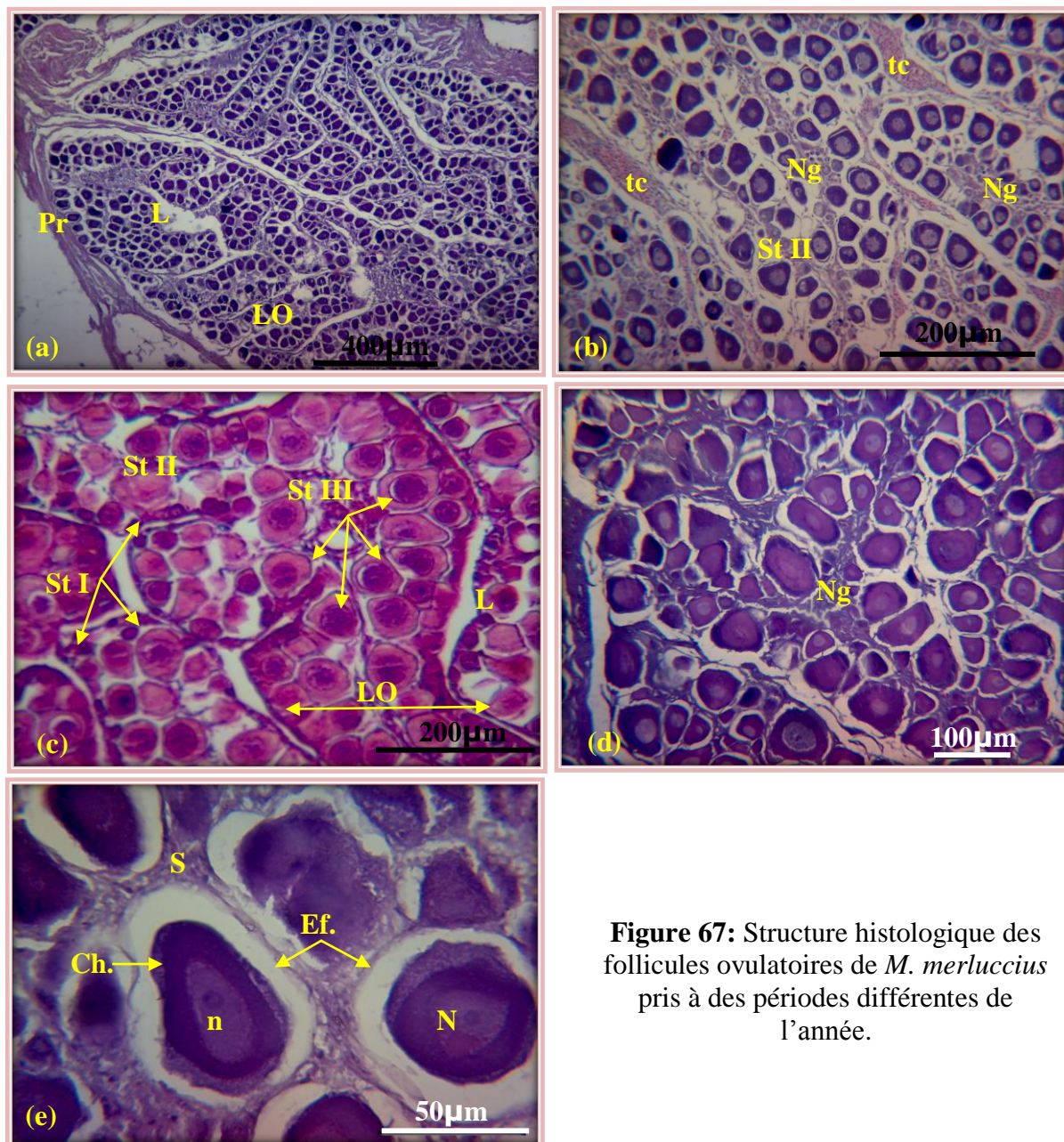
• **Stade IV (Planche III)**

**Les ovocytes en vitellogénèse**. L'ovocyte augmente de volume (**Fig.69 a, 69 b**). La vitellogenèse est avancée; la majeure partie de l'ovaire est occupée par des ovocytes à vitellogenèse tertiaire (**D1 et D2 (Fig.69 a, 69 b)**). La membrane cellulaire s'épaissit et un noyau toujours central avec des nucléoles à la périphérie. De grosses gouttelettes lipidiques sont formées dans les ovocytes. L'enveloppe folliculaire, présente des cellules folliculaires cubiques (**(Fig.69 c)**). La zona radiata et les cellules folliculaires sont plus épaisses et bien développées (**(Fig.69 c, 69 d)**).

**Caractéristiques biologiques des individus**

Individu :	Zone de capture	Date de capture	L <sub>T</sub> (cm)	RGS (%)
<b>a</b>	Golfe de Béjaïa	07/09/14	41.5	2.21
<b>b</b>	Golfe de Annaba	26/04/14	26.9	1.51
<b>c</b>	Golfe de Béjaïa	28/11/13	62,4	3.48
<b>d</b>	Baie de Jijel	16/12/13	44,4	4.92

Planche I

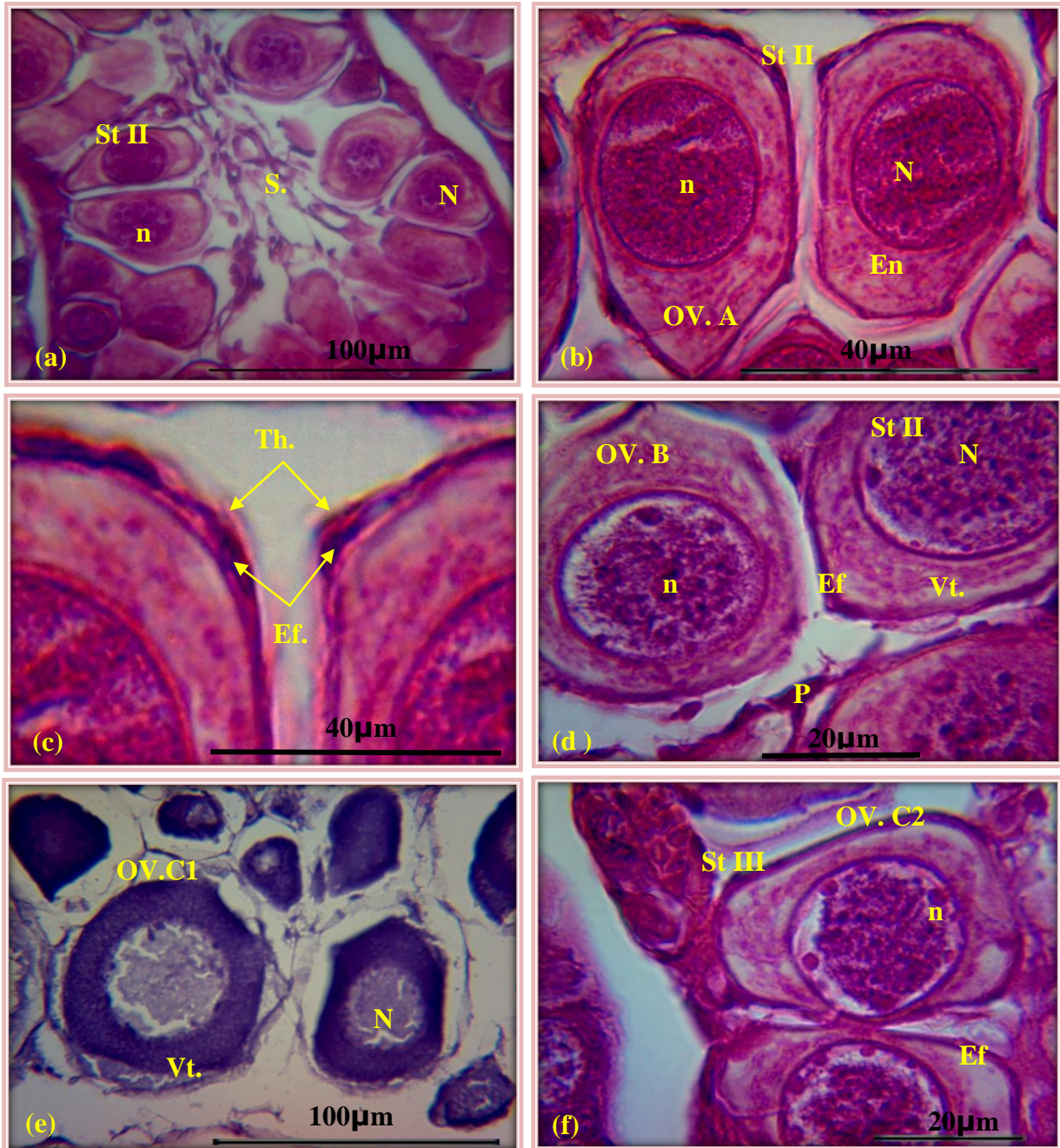


**Figure 67:** Structure histologique des follicules ovulatoires de *M. merluccius* pris à des périodes différentes de l'année.

- A : Vue d'ensemble d'un ovaire immature.
- B : Abondance des ovocytes Pré-vitellogéniques A et B.
- C : Ovaire en vitellogenèse primaire.
- D : Stade I, présentant des ovogonies dans leur nid germinatif.
- E : Stade I, présentant des ovocytes avec un gros noyau

**Abréviations :** Ch: Cytoplasme homogène ; Ef: Epithélium folliculaire. Ng: nid germinatif ; L: Lumière ovarienne ; LO: Lamelles ovariennes ; n: Nucléole ; N: Noyau ; Pr : Paroi ovarienne ; S: Stroma, St : Stade ; tc: Tissu conjonctif ;

Planche II



**Figure 68:** Coupes histologiques au niveau des follicules ovocytaires de *M. merluccius*, illustrant des ovocytes pré-vitellogéniques A et B au stade II (a, b, c, d), et des ovocytes vitellogéniques au stade III (e, f).

**a :** Vue d'ensemble d'un ovaire au stade II.

**b :** Stade II, présentant des ovocytes avec un gros noyau et des nucléoles non périphériques.

**c :** Stade II, présentant les détails des enveloppes ovocytaires.

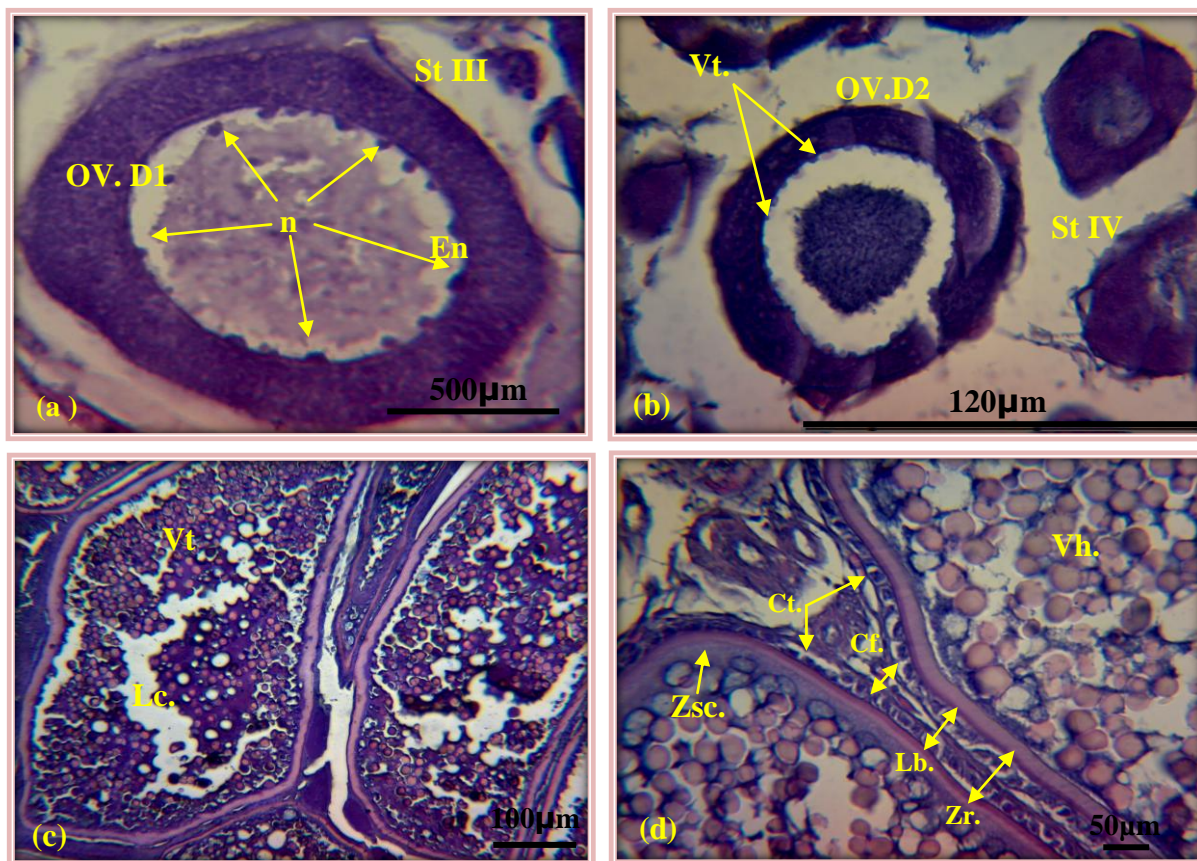
**d :** Stade II, présentant les nucléoles qui migrent vers la périphérie du noyau.

**e :** Stade III, illustrant des ovocytes en vitellogenèse primaire.

**f :** Stade III, illustrant des ovocytes en vitellogenèse primaire.

**Abréviations :** En: Enveloppe nucléaire; OV.A: Ovocyte pré-vitellogénique primaire (St II); OV.B: Ovocyte pré-vitellogénique secondaire (St II); OV.C1: Ovocyte pré-vitellogénique primaire (St III); OV.C2: Ovocyte pré-vitellogénique secondaire (St III); P : Ovocyte pédonculé; P : Ovocyte pédonculé; Th : Thèque.

Planche III



**Figure 69:** Coupes histologiques au niveau des ovaires de *M. merluccius*, illustrant des ovocytes vitellogéniques au stade IV

**a et b :** Stade IV, illustrant les nucléoles qui s’installent à la périphérie du noyau, et présentant des ovocytes à vitellogenèse tertiaire (D1, D2).

**c :** Stade IV, illustrant L’enveloppe des cellules folliculaires cubiques.

**d :** présente la zona radiata et les cellules folliculaires qui sont plus épaisses et bien développées.

**Abréviations :** **OV (D1,D2):** Ovocyte à vitellogenèse tertiaire ; **Vt :** Gouttelettes lipidiques (vitellines).

• **Stade V ( Planche IV)**

Appelé stade **pré-ponte**. L’ovaire étant à son poids maximal au stade V, repéré par des ovocytes qui sont mûrs de plus en plus volumineux et prêts à être pondus (**Fig. 70 a, 70 b, 70 c, 70 d**) ; en plus de la coexistence de plusieurs stades de maturité sexuelle (**Fig. 70 a**). Un noyau toujours central entouré d’une membrane nucléaire dentelée et qui devient de plus en plus petit (**Fig. 70 b**). De grosses gouttelettes lipidiques envahissent toute la surface ovocytaire et occupent l’ensemble du cytoplasme. (**Fig. 70 c, 70 f**). A la fin de la vitellogenèse, les globules fusionnent pour former des plaquettes vitellines ( **Fig. 70 a, 70 c, 70 f**), ce sont les **ovocytes hyalins**. La membrane cellulaire s’épaissit encore, La zona radiata et les cellules folliculaires aboutissent à leur développement maximal (**Fig.70 d, 70 e**).

**Caractéristiques biologiques des individus**

Individu :	Zone de capture	Date de capture	L <sub>T</sub> (cm)	RGS (%)
<b>a et b</b>	Golfe de Béjaïa	28/11/13	44.4	3.2
<b>c</b>	Golfe de Béjaïa	28/11/13	45.5	3.04
<b>f</b>	Golfe de Béjaïa	16/12/13	41	4.55

• **Stade VI (Planche V)**

Défini comme un stade **post- ponte** ou bien stade après la ponte, phase d’expulsion des ovocytes hors de l’ovaire. Au cours de celle-ci, restent quelques ovocytes aux premiers stades de maturité ovarienne, appelés **ovocytes de réserve**, avec une irrégularité de contour (**Fig.71 a**). Certains de ceux-ci qui n’ont pas été émis sont voués à l’atrésie. Ainsi, les ovocytes pondus laissent apparaître de nombreuses lacunes post-ovulatoires (**Fig.71 b, 71 c**). Le tissu conjonctif, sur lequel reposent les follicules mûrs devient lâche avec quelques gouttelettes vitellines à la périphérie (**Fig.71 c**).

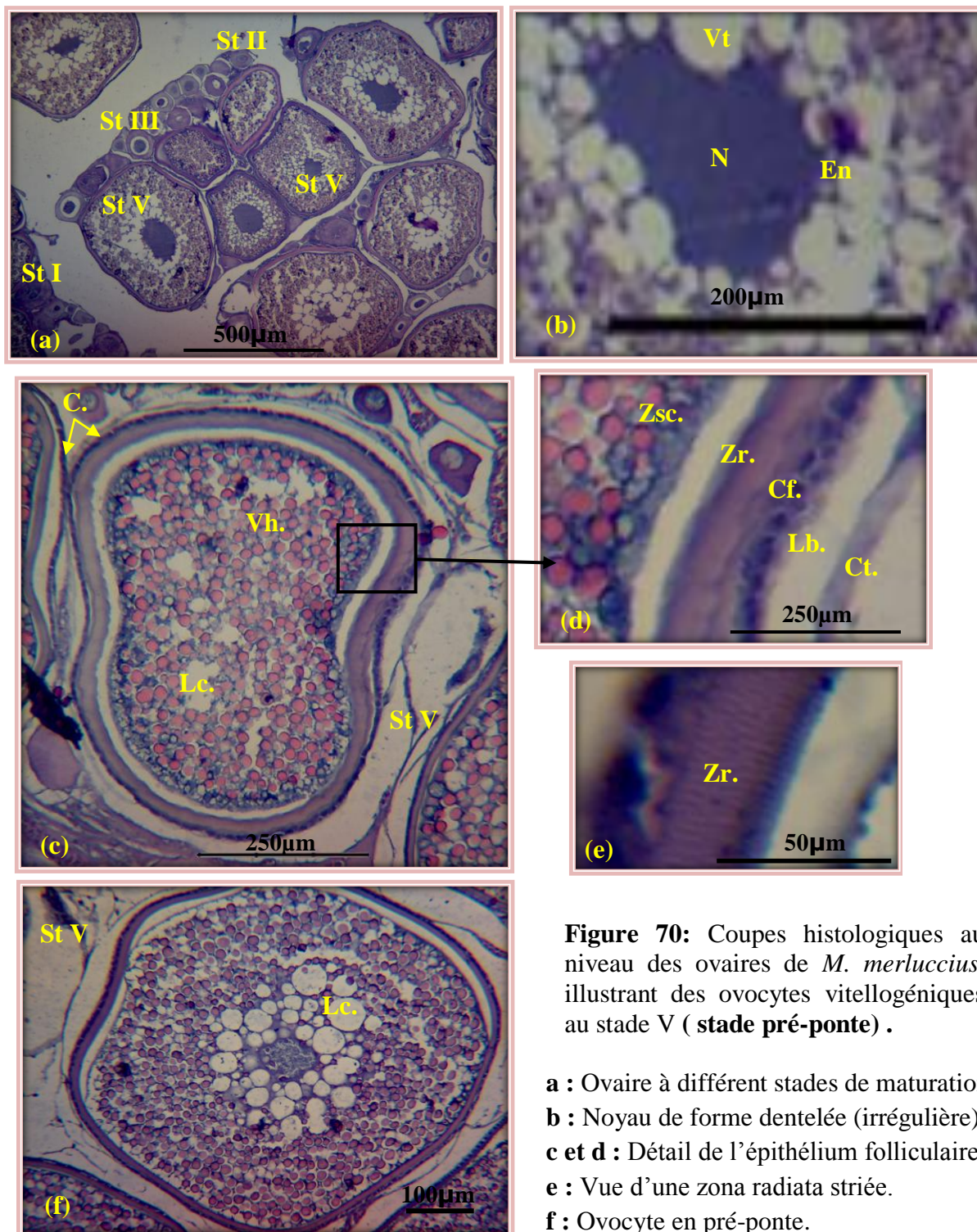
**Caractéristiques biologiques des l’individus**

Individu :	Date de capture	L <sub>T</sub> (cm)	RGS(%)
<b>a</b>	16/06/2014	28.9	1.65
<b>b et c</b>	28/11/2013	44.4	1.16

**B. Atrésie folliculaire**

Après la ponte et même au cours de celle ci, restent quelques ovocytes mûrs avec une irrégularité de contour. D’ailleurs, certains de ceux-ci qui n’ont pas été émis sont voués à l’atrésie. Certains follicules sont issus de la dégénérescence des ovocytes aux stades III (**Fig. 71 d, 71 e, 71 f, 71 e, 71e, 71f**). Ces ovocytes atrétiques sont disposés dans l’ovaire et distingués par leurs membranes plasmiques plissées.

Planche IV



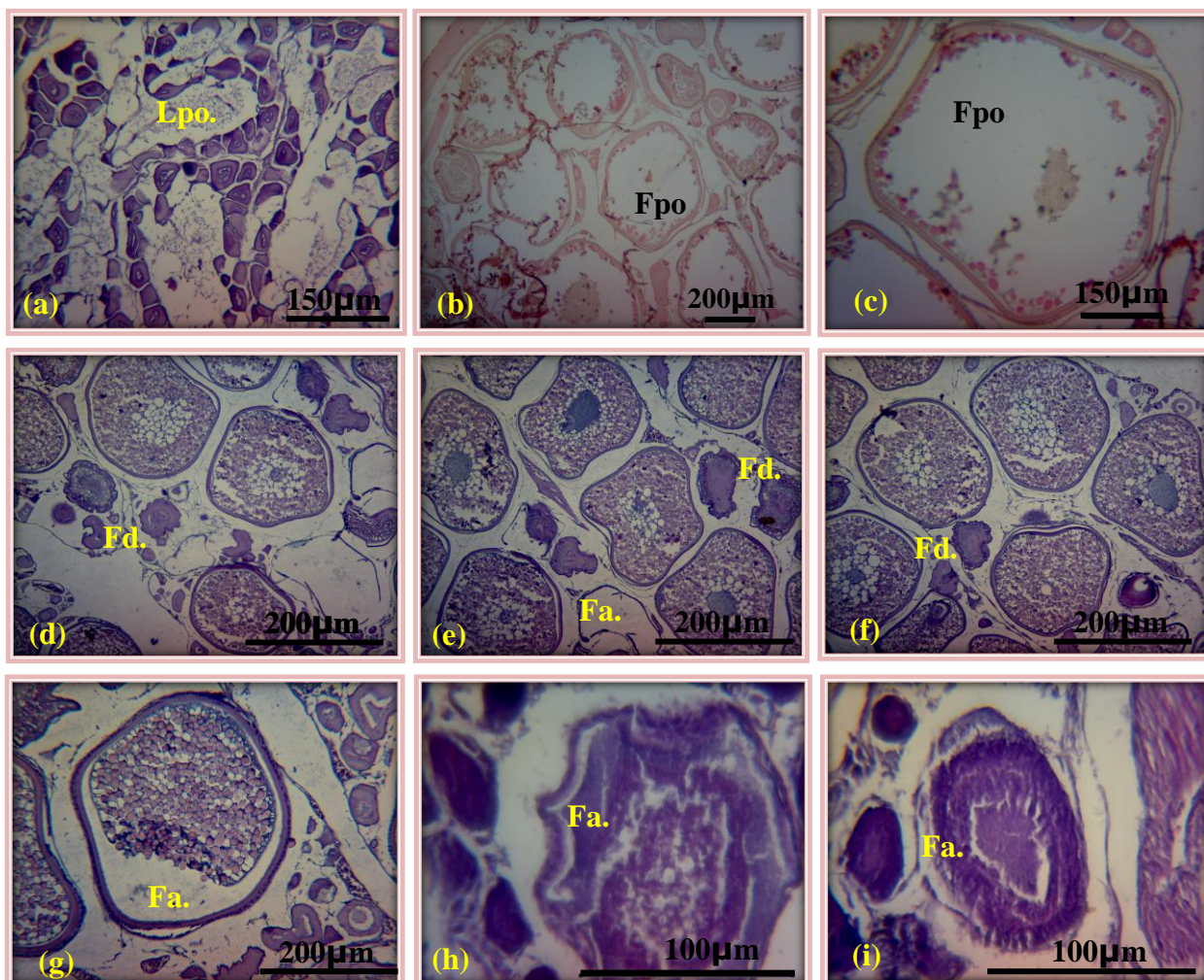
**Figure 70:** Coupes histologiques au niveau des ovaires de *M. merluccius*, illustrant des ovocytes vitellogéniques au stade V ( stade pré-ponte) .

- a : Ovaire à différents stades de maturation.
- b : Noyau de forme dentelée (irrégulière).
- c et d : Détail de l'épithélium folliculaire.
- e : Vue d'une zona radiata striée.
- f : Ovocyte en pré-ponte.

**Abréviations :** CF : Cellules folliculaires ; CT: cellules thécales ; Lb: Lamelle basale ; Lc : Lipides coalescents ; Zr: Zona radiata ; Zsc: Zone striée cytoplasmique ; Vh: Vitellus hyalin.



Planche V



**Figure 71:** Coupes histologiques au niveau des ovaires de *M. merluccius* en **stade post-ponte** en (a, b, c) ; et des ovocytes à différents stades de développement, en **atrésies** et en **dégénérescence** en (d, e, f, g, h, i).

**a :** Vue d'ensemble d'un ovaire au **stade post-ponte**.

**b et c :** stade VI, illustrant des follicules post-ovulatoires (**Fpo**).

**d, c, e, f, g, h et i :** différents stades de développement en atrésie et en dégénérescence.

**Abréviations :** **Fa :** Follicule atrétique ; **Fd :** Follicule en dégénérescence ;  
**Fpo :** Follicule poste-ovulatoire ;

## **6.2. Observation, classification et description des types cellulaires de spermatogénèse chez *Merluccius merluccius***

Une analyse fine de la gamétogénèse par microscope photonique a permis d'identifier et de caractériser les différents types cellulaires dans les testicules de *M. merluccius* et de décrire la dynamique du cycle sexuel des mâles. L'état de maturité des poissons est apprécié par l'examen de l'état de la gonade.

### ***a. La structure testiculaire***

Les testicules immatures sont rosés et les mature sont blancs. En coupe transversale le testicule comporte une cavité centrale riche en tissu conjonctif bien vascularisé, le canal efférent se prolongeant entre les lobules disposés transversalement le long de son axe longitudinal (**Fig. 72 a, Planche I**). La paroi testiculaire est aussi distinguée, appelée tunica albuginea. Les lobules sont disposés radialement par rapport au canal déférent

En coupe longitudinale, le lobule est délimité par une membrane basale et en son centre se situe la lumière lobulaire. Il est organisé en cystes à l'intérieur desquels toutes les cellules sexuelles sont au même niveau de différenciation. Chaque cyste est entouré d'une enveloppe constituée de cellules de Sertoli. Les cellules de Leydig, à fonction endocrine, se situent dans l'espace interstitiel, entre les lobules (**Fig. 72 b, 72 c, Planche I**).

### ***b. Stade microscopique de la maturation testiculaire de *M. merluccius****

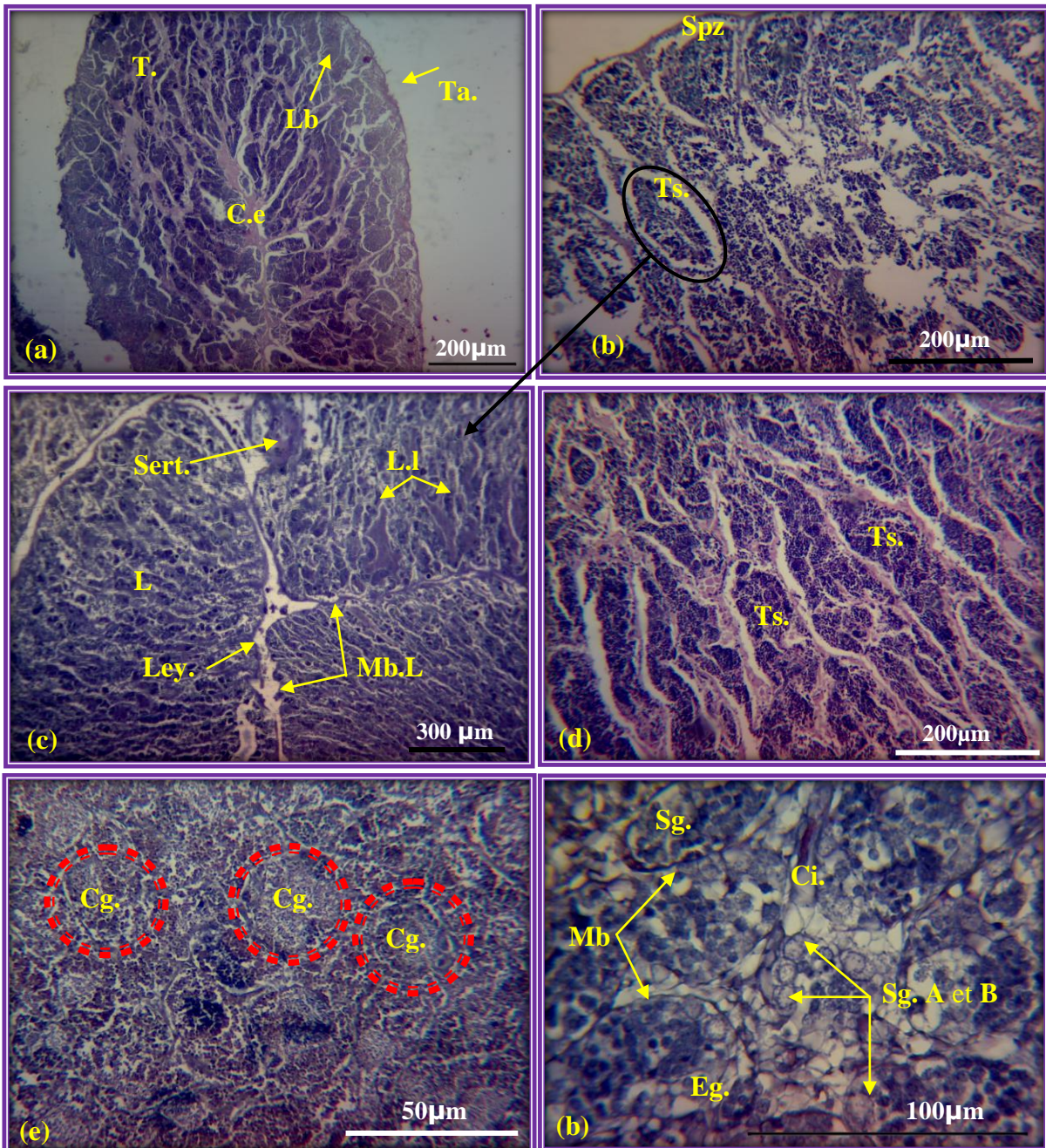
Comme pour les femelles, la différenciation spermatogénétique est un phénomène progressif et cyclique, qui conduit à l'édification du gamète mâle.

L'examen microscopique des coupes transversales et longitudinales de **157** glandes génitales de *Merluccius merluccius*, permet d'estimer le degré d'évolution des cellules germinales dans le testicule. Notre échantillonnage, étalé sur un cycle annuel complet, a couvert tous les stades de l'échelle microscopique.

- **Stade I (Planche I)**

A l'état immature, le testicule présente une structure compacte d'aspect homogène. Il est composé de plusieurs lobules ou tubules séminifères séparés par du tissu interstitiel. Les lobules ont un aspect plein. Les testicules sont composés de cystes remplis de spermatogonies (**Fig. 72 d**), représentant la phase de début de la spermatogénèse et dont chacun renferme des cellules germinales au même stade de différenciation (**Fig. 72 d**).

Planche I



**Figure 72:** Coupes histologiques des testicules de *M. merluccius* au stade de maturité I en (a, b, c) et mise en évidence des tubules séminifères en (d), et en montrant les cellules germinales primordiales au stade de maturité II en (e et f).

**a :** Coupe transversale d'un testicule (T).

**b et c :** Coupe longitudinale illustrant la structure en branche.

**d :** Stade I, mise en évidence des tubules séminifères.

**e et f:** Stade II, montrant les cyste à spermatogonies et les cellules germinales primordiales.

**Abréviations :** C.e.: Canal déférent; Ci: Compartiment interstitiel; Cg: Cyste à spermatogonies; Eg: Epithélium germinale; Lb.: Lobule; Ley.: Cellule de Leydig; L.I.: Lumière lobulaire; Mb: Membrane basale; Mb.L: Membrane basale du lobule; Sert.: Cellule de Sertoli; Sg: Spermatogonie; Spz.: Spermatozoïde; Ta.: Tunica albuginea; Ts: Tube séminifère.

**Stade II (Planche I)**

Les tubules séminifères remplis de spermatogonies envahissant tout le testicule (**Fig. 72 e**), ces tubules occupés par des cellules germinales en spermatogenèse avancée présentes dans des cystes à spermatogonies. Il y a simultanément, dans un même lobule, multiplication goniale et réalisation de la méiose avec constitution de cystes de spermatocytes I (2n) et II (n). Dans un même cyste, il y a présence de figures synchrones de 2<sup>ème</sup> division méiotique équationnelle et ces cellules subissent une réduction de la taille au cours de leur évolution (Cercle rouge) (**Fig. 72 f**). Les cellules germinales primordiales, à l'origine des spermatogonies, sont visibles (**Fig. 72 f**). Elles constituent un stock de cellules indifférenciées qui sera présent jusqu'à la prochaine phase de quiescence. Vu la taille réduite des spermatogonies nous n'avons pas pu distinguer les spermatogonies A des spermatogonies B.

- **Stade III (Planche II)**

Chez cette espèce, les cellules présentent généralement une distribution semi-cystique, c'est à dire que les cellules germinales en spermatogenèse sont soit nettement regroupées en groupes isogéniques (**Fig. 73 a**), soit disposées en amas mal délimités dans la lumière des tubules. Les structures tubulaires ont un développement asynchrone. A ce stade, les spermatogonies évoluent en spermatocyte I avec une membrane cellulaire bien ferme et un noyau bien volumineux. Ils sont de plus petite taille par rapport à celle des spermatogonies.

- **Stade IV (Planche II)**

A ce niveau de maturation, les spermatocytes I se convertissent en spermatocytes II. Sont aussi distinctes les jeunes spermatides qui sont les plus petites cellules germinales (**Fig. 73 b**).

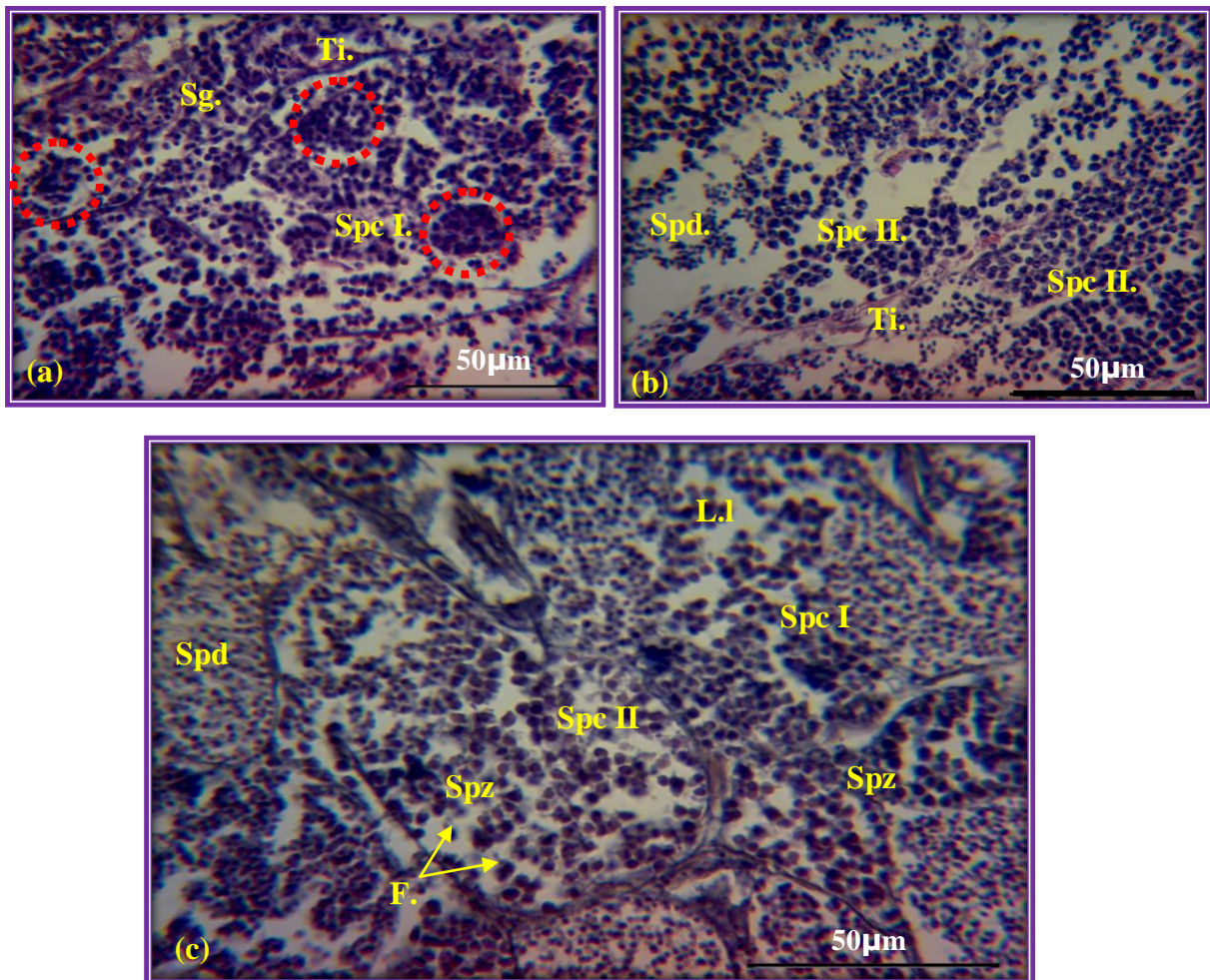
- **Stade V (Planche II)**

Les spermatocytes I et II, et particulièrement l'abondance des spermatides, caractérisées par un noyau vraiment de petite taille et un cytoplasme restreint, sont visibles à l'intérieur des cystes. Cette phase est marquée par le début de la spermiogenèse, c'est à dire la différenciation des spermatides en spermatozoïdes qui sont présents dans la lumière de lobules. Les spermatozoïdes munis d'un petit flagelle. (**Fig. 73 c**).

- **Stade VI (Planche III)**

Les spermatozoïdes qui sont présents dans la lumière des lobules (**Fig. 74 c**), remplissent tous les tubes séminifères (**Fig. 74 a, 74 b**), qui les confluent vers le canal déférent (**Fig. 74 c, 74 d**). Le tissu interstitiel se trouve envahi par les spermatozoïdes (**Fig. 74 d**). Ce dernier stade est présenté par la phase post-émission dont le testicule se vide carrément suite à l'émission des spermatozoïdes (**Fig. 74 e, 74 f**).

Planche II



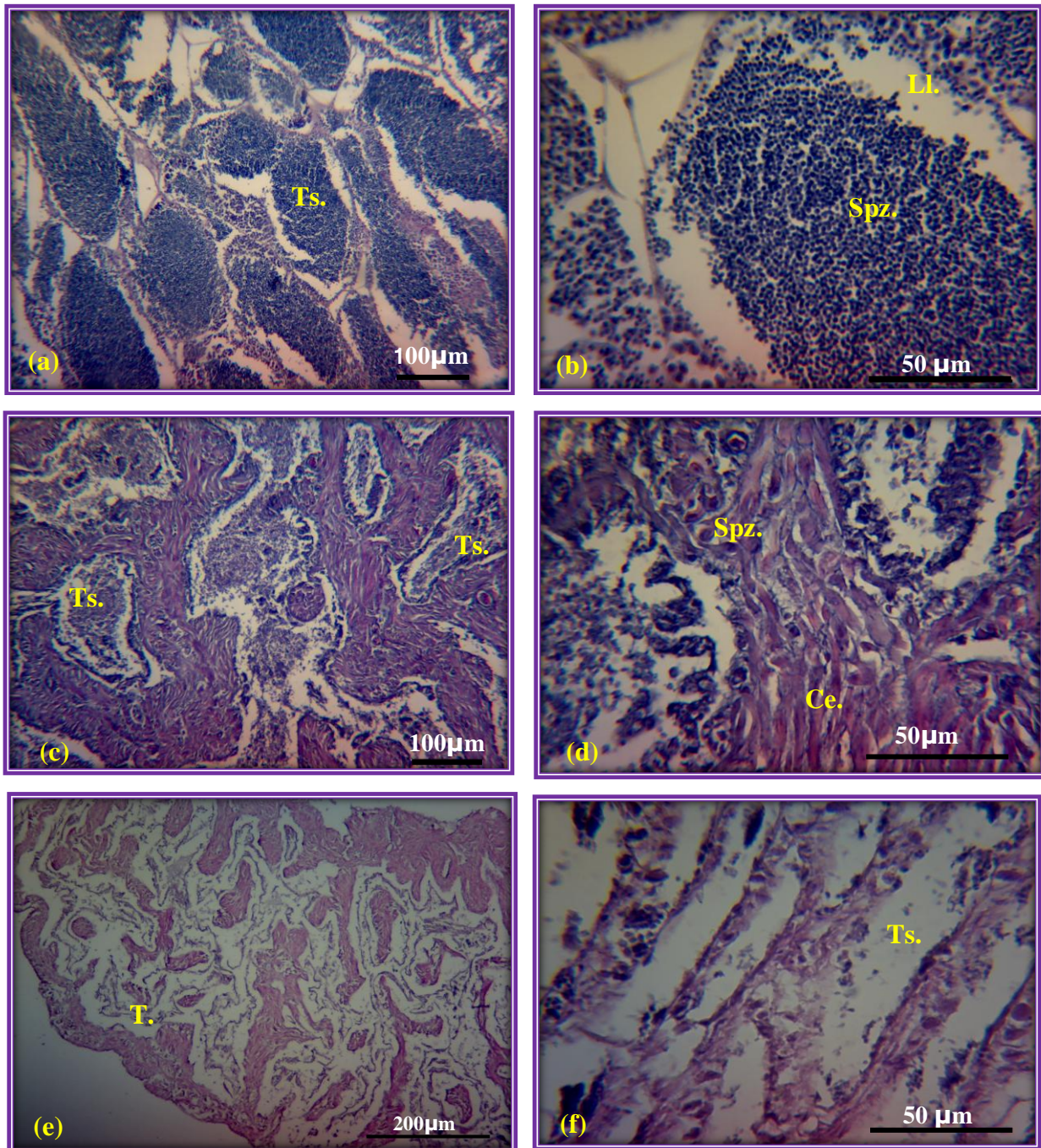
**Figure 73:** Coupes histologiques de testicule de *M. merluccius* à différents stades de maturité sexuelle (St.III en (a), St.IV en (b) et St.V en (c))

**a :** Stade III, présentant les Spermatocytes I.

**b :** Stade IV, présentant les Spermatocytes II en plus des spermatozoïdes.

**Abréviations:** **F :** Flagelle ; **L.I :** Lumière lobulaire. **Spc I:** Spermatocytes I; **Spc II:** Spermatocytes II; **Spd :** Spermatozoïdes; **Spz:** Spermatozoïdes; **Ti :** Tissu interstitiel.

Planche III



**Figure 74:** Coupes histologiques de testicule de *M. merluccius* au stade de maturité VI.

**a et b :** Stade VI, présenté par des tubes séminifères remplis de spermatozoïdes.

**c et d :** Stade VI, illustrant le canal déférent rempli de spermatozoïdes.

**e et f :** Vue d'ensemble d'un testicule en post-émission, illustrant les tubes séminifères qui se vident complètement.

## II. ÂGE, CROISSANCES ET MORTALITES DE MERLUCCIUS MERLUCCIUS

### 1. Analyse des distributions de fréquences de tailles

La distribution des fréquences de tailles est consignée dans le tableau suivant :

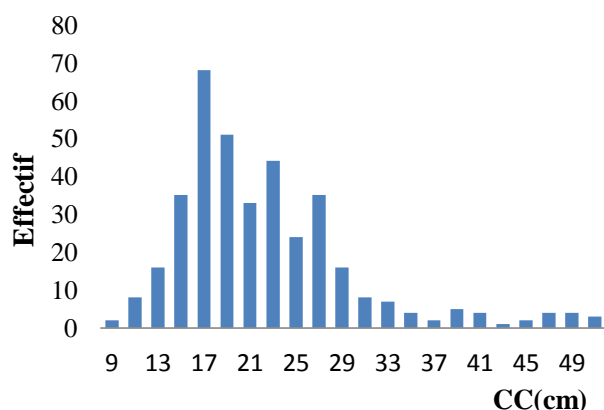
**Tableau 43 :** Distribution des fréquences de taille de *M. merluccius*.

CC	Zone d'étude			Total
	N Béjaïa	N Jijel	N Annaba	
9	2	2	2	6
11	8	2	2	12
13	16	4	4	24
15	35	2	3	40
17	68	6	9	83
19	51	30	48	129
21	33	34	35	102
23	44	29	19	92
25	24	19	14	57
27	35	10	11	56
29	16	6	10	32
31	8	6	4	18
33	7	2	6	15
35	4	1	2	7
37	2	2	2	6
39	5	1	1	7
41	4	2	2	8
43	1	1	1	3
45	2	2	2	6
47	4	1	1	6
49	2	1	1	4
51	3	2	2	7
<b>Total</b>	374	165	181	720
<b>Taille moyenne</b>	23.56	23.20	22.80	

CC : Centre de classes (cm)

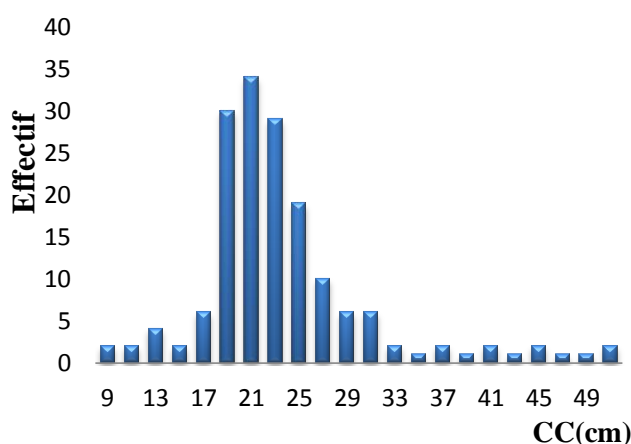
N : Effectif des individus.

Il est préconisé de commencer une analyse de données par l'examen des histogrammes de distribution de fréquences des longueurs totales. Ces histogrammes établissent les comparaisons et on peut estimer que les formes des distributions sont symétriques.



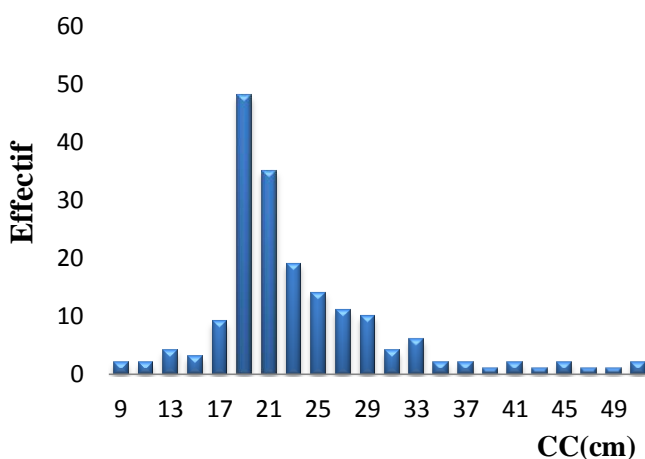
**Figure 75:** Distribution de fréquences de tailles des merlus de Béjaïa

La distribution des fréquences de tailles de l'ensemble des captures de la région de Béjaïa (**Fig. 75**), indique que le mode le plus important se situe entre **16-22 cm**. Le nombre d'exemplaires de moins de 15 cm et de plus **30 cm** est très faible.



**Figure 76:** Distribution de fréquences de tailles des merlus de Jijel.

La distribution des fréquences de tailles de l'ensemble des captures de la région de Jijel (**Fig. 76**), montre que le mode le plus important se situe entre **18-22 cm**. Le nombre de poissons de moins de **15 cm** et de plus **30 cm** est semblable à celui de la région Béjaïa, et toujours très faible.



**Figure 77:** Distribution de fréquences de tailles des merlus de Annaba.

La distribution des fréquences de tailles de l'ensemble des captures de la région de Annaba (**Fig.77**), montre que le mode le plus important se situe entre **18-22 cm**. Le nombre d'individus de moins de **15 cm** et de plus **30 cm** est toujours très faible.



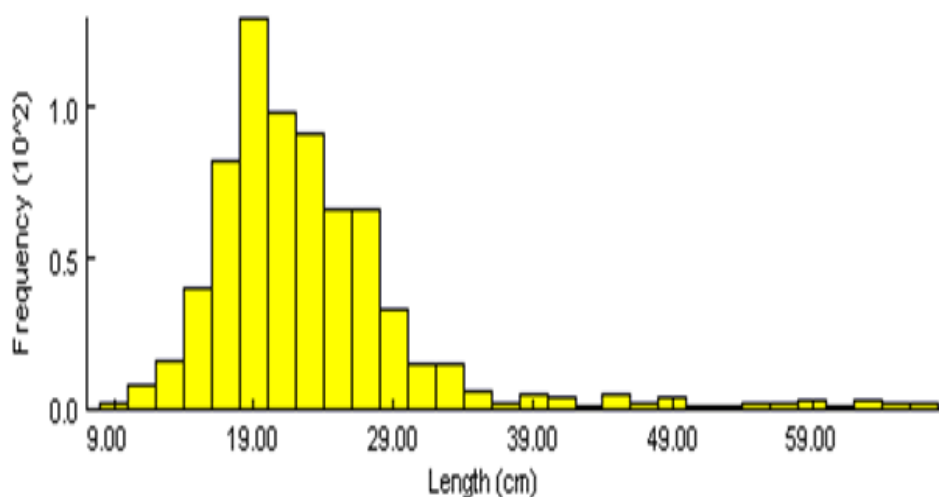
La comparaison des histogrammes de distribution de fréquences des longueurs totales des trois zones d'études ne montrent pas de différence apparente entre les merlus échantillonnés dans ces zones. Les individus de petites tailles sont quasiment absents et ceux de grandes de tailles sont rares, par contre les fréquences de tailles qui s'échelonnent entre 18 cm et 20 cm dominant ; en plus, la dominance des individus de moins de 18 cm dans le Golfe de Béjaïa, revient à la création des lignes de référence qui descendent par rapport aux lignes de base dont la pêche se fait généralement dans la zone des frayères de poissons. En général, on peut estimer que les formes des distributions sont similaires.

## 2. Détermination des paramètres de croissance

### 2.1. Analyse des structures de taille

A partir des distributions de fréquences de l'ensemble des individus (**Fig. 78**), les résultats nous permettent de faire les remarques suivantes :

- La taille des individus de merlu s'échelonne entre **8,6** et **81,6 cm**, représentés par une taille moyenne de **23,19 cm** ; moyennement supérieure à la majorité des individus échantillonné.
- Les plus petits et les plus grands poissons sont les moins représentés ; les poissons les plus pêchés et mieux représentés s'échelonnent entre **16** et **22 cm**. Les individus de taille de **18 - 20 cm** dominant largement dans les captures, représentés par un mode de **20,5 cm**.

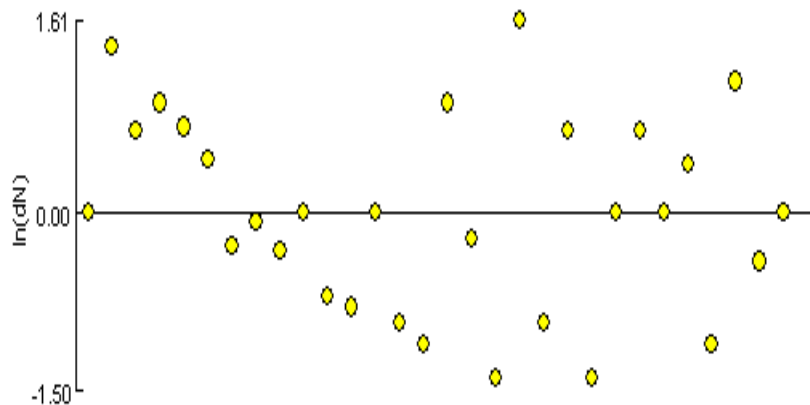


**Figure 78:** Distribution des polygones de fréquences de longueurs du merlu de la côte-Est algérienne.

Comme l'indique la figure 78, les distributions de fréquence de tailles de notre échantillon, pour l'ensemble des captures montrent que le mode le plus important se situe entre **18-20 cm**. Le nombre d'exemplaires de moins de **15 cm** et de plus **30 cm** est très faible. L'absence des poissons de grande taille, probablement due à l'exploitation de la population par une pêche intensive (pêcheurs artisanaux), à la sélectivité des filets de pêche et à la difficulté de la capture des poissons de petite taille dans les eaux peu profondes, surtout dans le Golfe de Béjaïa, cas exceptionnel du littoral algérien, qui présente un fond accidenté, zone inaccessible pour la pêche du poisson démersal. Par conséquent, la pêche côtière algérienne cible généralement les juvéniles du merlu. Ceci est dû au fait que cette flottille, en raison de sa faible puissance motrice, reste active dans la frange côtière, zone interdite pour la pêche, où sont concentrés les jeunes individus.

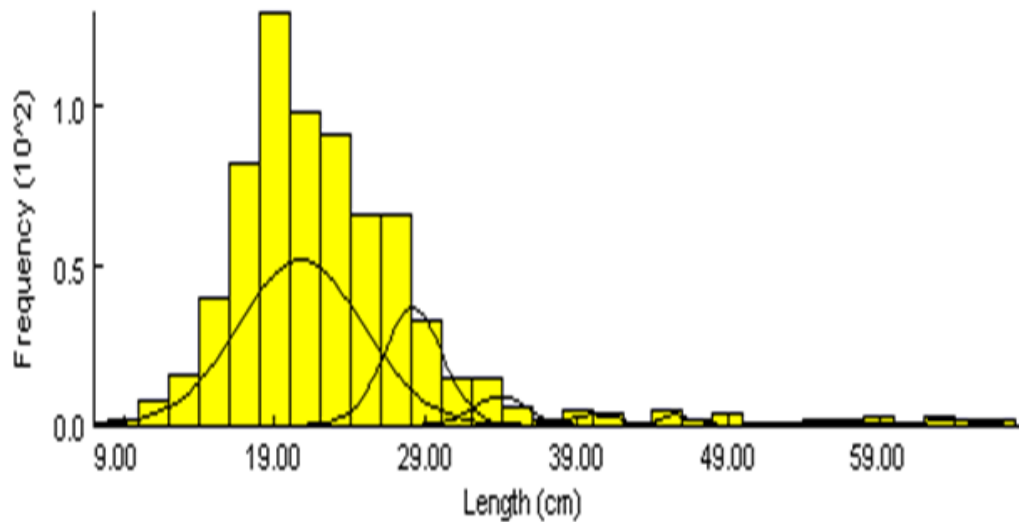
## 2. 2. Analyse des structures d'âge

Les données de la clé âge-longueur ont permis de présenter graphiquement le nuage des points (Fig. 79) qui nous a permis d'exposer les différentes sous populations du merlu échantillonné (Fig. 80).



**Figure 79:** La plage du nuage de points de la population de merlu de la côte-Est algérienne.

Cette méthode de décomposition permet de déterminer la taille moyenne de chaque sous population (Fig. 80) et les groupes d'âges obtenus qui sont regroupés dans le tableau 44.



**Figure 80** : Décomposition en groupes d'âge, sous population, du merlu de la côte-Est algérienne (méthode de Bhattacharya, FISAT II).

**Tableau 44** : Groupes d'âges obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) et le view Vom Bit For Exelle(2012).

groupe d'âge	L observé	L estimé	Effectif de la population	SI
<b>I</b>	20.74	15.49	532	n a
<b>II</b>	28.16	25.70	180	2,43
<b>III</b>	33.93	34.67	38	3,17
<b>IV</b>	40.19	42.55	12	3,91
<b>V</b>	45.58	49.47	8	4,33
<b>VI</b>	56	55.54	5	6,18
<b>VII</b>	63.55	60.87	6	3,87

SI : Indice de séparation (il doit être  $> 2$ )

Les couples de données âge-longueur obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967) sont introduits dans le programme view Vombit For Exelle (2012) pour le calcul des paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy, ( $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$ ).

Les paramètres de l'équation de croissance linéaire de **Von Bertalanffy** ( $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$ ) estimés pour les deux sexes combinés sont reportés dans le tableau 45. Ainsi, la courbe de croissance linéaire est représentée graphiquement par la figure 81.

**Tableau 45:** Paramètres de l'équation de croissance linéaire de **Von Bertalanffy** de *Merluccius merluccius* avec le Coefficient de détermination  $\emptyset'$  correspondant.

Sexe	Paramètres				Tailles extrêmes	Coefficient de détermination $r^2$	Equation
	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\emptyset'$	Lmin-Lmax		$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$
Combinés (F+M)	99,28	0,13	-0,31	3,12	8,6 - 81.6	0,973	$L(t) = 99,28 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$

La longueur asymptotique  $L_{\infty}$  obtenue pour l'ensemble des merlus échantillonnés est de **99,28 cm** et la constante de croissance (**K**) enregistre un taux de **0,13**.

Les différentes valeurs de  $\emptyset'$  moyen obtenues par les différents auteurs en Méditerranée et qui permettent l'estimation de  $\emptyset'_m$  sont reportées dans le tableau 46. Le  $\emptyset'_m$  obtenu à partir de ces résultats est de l'ordre de **3,12**.

**Tableau 45:** Les paramètres de **Von Bertalanffy** ( $L_{\infty}$ , **K**,  $t_0$ ,  $\emptyset'$ ) obtenus par différents auteurs dans différentes zones géographique pour les merlus à sexes combinés.

Zone	Région	Références	Sexes	$L_{\infty}$	k	$t_0$	$\emptyset'$
Méditerranée	Iles Baléares	Oliver (1993)	Combinés	94,2	0,086	-0,59	-
	Golfe de Lion	Recasens & al., 1994	Combinés	94,7	0,131	-0,122	-
	Bou-Ismaïl, Algérie	Bouaziz & al., 1992	Mâle	100,7	0,124	-0,12	3,099
			Femelle	80,64	0,13	-0,44	2,93
	Iberian Peninsula (Santa Pola, Alicante)	Garcia-Rodriguez & Esteban, 2002	Combinés	106,8	0,2	0,003	3,36
	Golfe de Lion	Mellon-Duval & al., (2010)	Combinés	110	0,183	0	3,35
	baie d'Oran, Algérie	Belhoucine, 2012	Combinés	59,27	0,22	-0,823	2,897
	<b>Présente Etude</b>						

Les équations de croissance linéaire de *M. merluccius* s'écrivent alors comme suit:

**Tableau 47:** La Clé âge-longueurs obtenue pour tous sexes confondus des merlus, ainsi les équations de régression correspondantes à la croissance linéaire chez *M. merluccius* de la côte-Est algérienne.

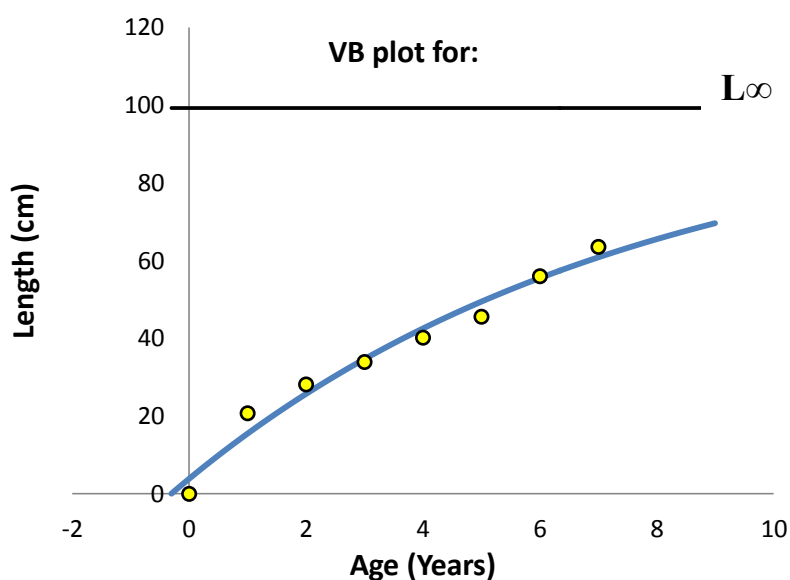
groupe d'âge	L observé	Effectif de la population	SI	Les équations correspondantes
<b>0</b>	15.49	-	-	$L_{t1} = 15,49 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>I</b>	20.74	532	-	$L_{t1} = 20,74 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>II</b>	28.16	180	2,43	$L_{t2} = 28,16 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>III</b>	33.93	38	3,17	$L_{t3} = 33,93 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>IV</b>	40.19	12	3,91	$L_{t4} = 40,19 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>V</b>	45.58	8	4,33	$L_{t5} = 45,58 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>VI</b>	56	5	6,18	$L_{t6} = 56 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$
<b>VII</b>	63.55	6	3,87	$L_{t7} = 63,55 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})$

Les longueurs estimées (calculées) par ce modèle coïncident avec celles observées (pas de différence significative) suite à l'utilisation du modèle de croissance de Von Bertalanffy, suggérant ainsi que l'échantillon est représentatif de la gamme de taille des merlus présents dans la zone échantillonnée.

Ces résultats mettent en évidence une croissance rapide du merlu au cours de sa première année de vie (groupe d'âge 0 qui ont moins d'un an) dont il atteint les **20,74 cm** de longueur, au delà de cet âge le taux de croissance est normal. En effet, la longueur théorique correspondant au même âge se trouve plus grande, et ceci durant toute la période de vie de l'espèce qui atteint un âge de **7 ans**.

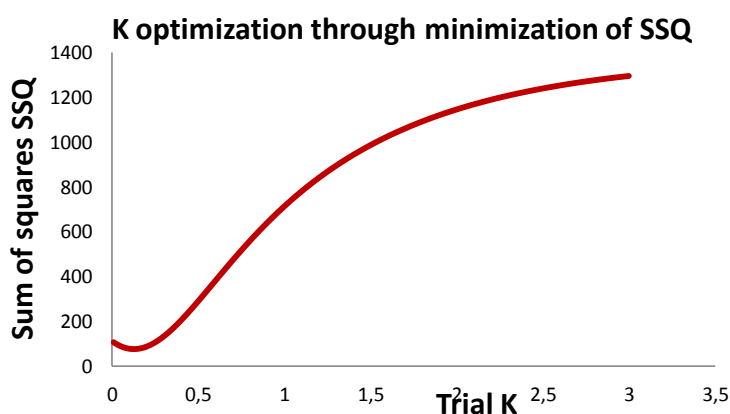
La figure **81** montre que la croissance linéaire théorique de l'équation de Von Bertalanffy; la taille moyenne de l'échantillon et de l'ordre de **23 cm** pour l'ensemble des individus est atteinte à l'âge de deux ans environ.

En général, la courbe de croissance du poisson est asymptotique comme le décrit le modèle de **Von Bertalanffy**. Toutefois, Il ressort de ce graphique que les merlus grandissent plus rapidement. Cette croissance se manifeste dès la première année de leur vie et demeure toujours pendant tout son existence.



**Figure 81:** Courbe théorique de croissance linéaire de *Merluccius merluccius* de la côte-Est algérienne.

Les couples de données âge-longueur obtenus par la méthode de Bathacharya sont introduits dans le programme FISAT II, pour le calcul du paramètre de croissance de l'équation de Von Bertalanffy **K**. Cependant, L'ajustement des paramètres de croissance au modèle de croissance de **Von Bertalanffy (1938)** montre que les valeurs de la constante de croissance **K** est de plus en plus élevée (**Fig. 82**).



**Figure 82** Courbe de la croissance de la constante de croissance **K** de *Merluccius merluccius* de la côte-Est algérienne.

Les paramètres de croissance au modèle de croissance de **Von Bertalanffy (1938)** montre que les valeurs de la constante de croissance **K** est analogue par rapport à la taille et poids asymptotiques ( $L_{\infty}$ ,  $W_{\infty}$ ).

### 2.3. Croissance relative

Au cours de notre période d'étude, l'effectif des spécimens étudiés est de **720** individus (tous sexes confondus) de tailles oscillant entre **9,7 cm** pour un poids minimal rencontré de **5,6 g** contre un taille maximale de **81,6 cm** correspondant à un poids total maximal de l'ordre de **1501,23 g**. Ces merlus sont pêchés sur la façade maritime Est algérienne à savoir (le Golfe de Béjaïa, Jijel et Annaba) pendant la période allant du 01 Septembre 2013 et 30 Avril 2014 (période où la flottille chalutière est active).

Certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps d'un même individu peuvent être formulées en équations permettant de comparer leur croissance et de passer d'une dimension à une autre. De même, à partir de la relation taille-poids et de la croissance en longueur, il est possible d'estimer la croissance pondérale chez les poissons.

#### 2.3.1. Relation taille-poids

Afin de déterminer le poids correspondant à toutes les longueurs calculées, la relation « **taille- poids** » a été déterminée pour les deux sexes combinés. Nous avons tenu compte de 30 couples de valeurs de longueur totale et poids éviscéré (**Lt, Wev.**), touchant à toutes les gammes de taille échantillonnés. Cette relation a été estimée par rapport au poids éviscéré afin d'éliminer tout les risques que pourrait engendrer les viscères sur le poids réel du poisson.

Dans les calculs, nous avons retenu le poids éviscéré (**Wev**) pour éliminer les variations dues à l'état des contenus stomacaux et au degré d'évolution pondérale des gonades. L'application du logiciel « **FISHPARM** » nous a permis d'estimer les constantes **a** et **b** et de dresser l'équation de la croissance relative qui s'écrit comme suit :

$$\text{Wev} = 0,001898 \text{ Lt}^{3,33}$$

Cette relation est de type puissance. Le taux d'allométrie « **b** » exprime la façon dont le poids varie en fonction de la longueur. Sa valeur dépend de l'embonpoint des individus.

Par une transformation logarithmique, l'équation linéarisée se présente sous la forme :

$$\text{Log Wev} = 3,33 \text{ Log LT} + \text{Log } 0,001898$$

Les valeurs estimées de **b** supérieures à **3** quelque soit le sexe (**Tab. 48**), Ceci indiquerait que la population de *Merluccius merluccius* à sexes combinés, se caractérise par une **croissance majorante** entre le poids éviscéré et la taille. Cela, nous permet de dire que la forme du corps change au cours de l'accroissement, ce qui signifie en terme de croissance, que le développement du corps (croissance pondérale) est plus vite que le développement du cube de la longueur. La valeur de **b** est concordante avec celle habituellement rapportée et admise par la littérature et qui classe cette valeur entre **2,5** et **3,5** (**Pauly, 1997**) de la relation taille-poids.

**Tableau 48:** Test d'allométrie taille-poids éviscéré du *M. merluccius* de la côte-Est algérienne.

Sexe	b	tcal	Allométrie
Ensemble	3,33	1,8804	Majorante

Le tableau suivant résume les paramètres de l'équation reliant le poids éviscéré par rapport à la longueur totale. Globalement, la relation calculée met en évidence, et pour tous sexes confondus, une croissance **majorante**.

Le coefficient de corrélation obtenu est voisin de **1**, il montre ainsi une très bonne dépendance entre les différentes variables mesurées. Ainsi, les résultats obtenus par l'équation de la relation taille-poids éviscéré sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 49 :** Paramètres de la relation taille- poids éviscéré (g) chez *M. merluccius* de la côte-Est algérienne.

Sexe	a	b	Relation taille-poids éviscéré	R	N de couples
Combinés	0,0018998	3,33	$W_{ev} = 0,001898 L_t^{3,33}$	0,93	30

R : coefficient de corrélation ;

a : constante.

N : effectif de poissons.

b : coefficient d'allométrie.

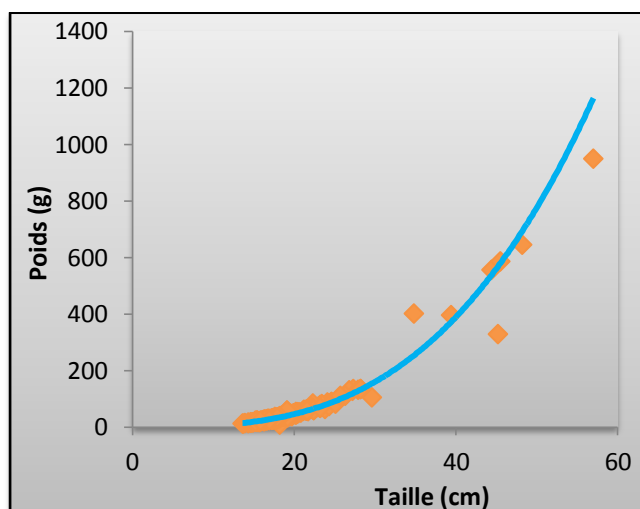
Le tableau **50** présente les correspondances entre la taille et le poids, illustrées par la figure **83** et qui ont été établies pour les merlus à sexes combinés.



**Tableau 50:** les relations taille-poids éviscéré correspondantes à chaque groupe d'âge chez le *Merluccius merluccius* de la côte-Est algérienne.

L observé	Equations correspondantes a chaque groupe d'âge
20.74	$Wev_1 = 0,001898 * 20,74^{3,33}$
28.16	$Wev_2 = 0,001898 * 28,16^{3,33}$
33.93	$Wev_3 = 0,001898 * 33,93^{3,33}$
40.19	$Wev_4 = 0,001898 * 40,19^{3,33}$
45.58	$Wev_5 = 0,001898 * 45,58^{3,33}$
56	$Wev_6 = 0,001898 * 56^{3,33}$
63.55	$Wev_7 = 0,001898 * 63,55^{3,33}$

La figure 83 représente les résultats des variations de la relation liant le poids éviscéré et la longueur totale pour l'ensemble des individus des merlus provenant de la zone d'étude.



**Figure 83 :** Les relations taille-poids éviscéré chez le *M.merluccius* de la côte-Est algérienne.

Quelle que soit la taille des espèces, le nuage de points n'est pas dispersé. Ceci montre que la relation longueur-masse est régie par la même corrélation pour toutes les tailles. Le coefficient de corrélation **R** est très proche de **1**, ce qui traduit la forte corrélation positive entre les deux variables qui sont la taille et le poids.

#### 2.4. Croissance pondérale

En ichtyologie, la corrélation entre la masse et la longueur du poisson est d'une grande importance. En pratique, elle permet d'estimer la masse du poisson à partir de sa longueur et d'en déduire par la suite la biomasse de la population.

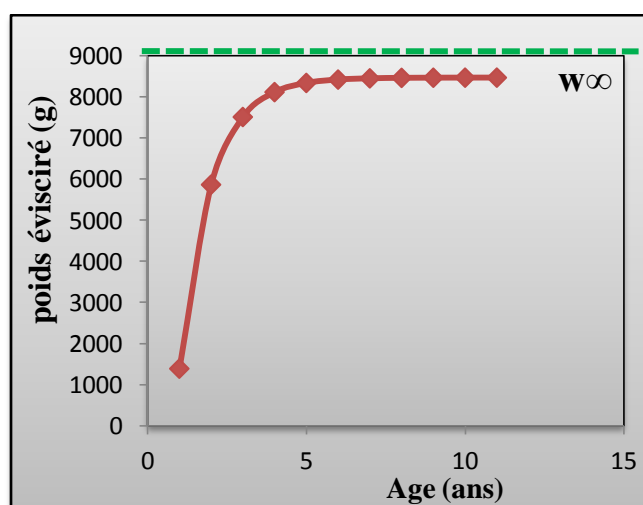
A partir de l'équation de croissance linéaire et de la relation taille-poids, on peut établir l'équation de croissance en poids de Von Bertalanffy ou croissance pondérale. Les paramètres **k** et **t<sub>0</sub>** sont identiques à ceux calculés à partir de l'équation de croissance linéaire; cette dernière peut s'écrire comme suit :

$$W_{ev} = 99,28 * (1 - e^{-0,13(t + 0,305)})^{3,33}$$

La formule ci-dessus nous a permis de dresser le tableau 51 de correspondance âge-poids illustrés graphiquement par la figure 84.

**Tableau 51** : Correspondances âge-poids du *Merluccius merluccius* de la Côte-Est algérienne.

Age(an)	Poids correspondant (g)	Age (an)	Poids correspondant (g)
0	1395,13	9	8468,38
1	5866,83	10	8468,93
2	7511,88	11	8469,14
3	8117,06	12	8469,21
4	8339,69	13	8469,24
5	8421,59	14	8469,25
6	8451,72	15	8469,26
7	8462,8	16	8469,26
8	8466,88	17	8469,26



**Figure 84** : Courbe de la croissance pondérale chez le *M. merluccius* de la côte-Est algérienne.

La courbe de croissance pondérale théorique indique que les individus du merlu montrent une croissance pondérale identique à la croissance en longueur.

### 3. Variation de la croissance annuelle

L'analyse du taux d'accroissement entre les groupes d'âge permet d'obtenir le taux d'accroissement annuel. Celui-ci a été calculé pour l'ensemble de l'échantillon (Tab.52). Le taux d'accroissement annuel diminue au cours de la vie du poisson. Le taux d'accroissement d'un poisson d'1 an à 2 ans par rapport à celui d'un poisson de 3 ans à 4 ans est plus important de 4 fois en taille et de 2 fois en poids.

**Tableau 52:** Tailles par âge et accroissements annuels de *M. merluccius* combinés de la côte-Est algérienne.

Tout Sexes Confondus		
âge (an)	Longueur totale (cm)	Accumulation annuelle (cm)
0	0	-
1	20,74	20,74
2	28,16	7,42
3	33,93	5,77
4	40,19	6,26
5	45,58	5,39
6	56	10,42
7	63,55	7,55

Nous constatons que l'accroissement annuel en taille diminue progressivement avec l'âge pour tous sexes confondus. Les merlus croissent plus rapidement au cours des premiers âges puis enregistrent une diminution progressive comme le montre le modèle de **Von Bertalanffy (1938)** qui enregistre une diminution régulière des accroissements d'un âge à l'autre.

**Tableau 53:** Poids éviscéré et accroissements pondéraux annuels de *M. merluccius* combinés de la côte-Est algérienne.

Tout Sexes Confondus		
Age (an)	Poids éviscérés (g)	Accumulation annuelle (cm)
0	-	-
1	46,0542	37,3542
2	127,51842	81,46422327
3	237,21408	109,6956553
4	416,87818	179,6641058
5	633,89116	217,0129773
6	1258,2367	624,3455081
7	1917,2158	658,9791588

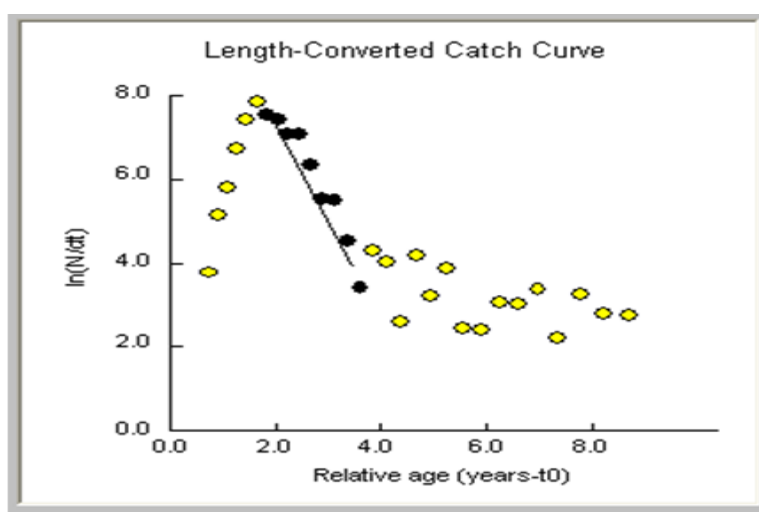
Les résultats engendrés dans le tableau 53 montrent l'augmentation de la croissance en masse avec l'âge chez le merlu de la côte-Est algérienne.

#### 4. La mortalité de *Merluccius merluccius*

Les paramètres retenus pour l'application des modèles d'exploitation sont les suivants :

- Pour le coefficient de mortalité totale (**Z**), nous avons retenu le résultat obtenu par la méthode de Pauly, 1984a basée sur l'analyse des structures de taille pour
- un coefficient de régression  $r^2 = 0,93$ .
- La valeur retenue pour la mortalité naturelle (**M**) est celle calculée par l'équation de **Djabali & al., (1993)** qui est plus adaptée au stock de poissons méditerranéens.

La figure 85 illustre la courbe de la mortalité totale (**Z**) à partir de la courbe de capture linéarisée (**Pauly, 1984a**).



**Figure 85:** Courbe de l'estimation de **Z** de *M. merluccius* exploité dans le littoral Est algérien.

Les valeurs des mortalités obtenues selon la méthode de Pauly, sont pour l'ensemble de la population. Les résultats acquis sont résumés dans le tableau 54.

**Tableau 54:** Tableau récapitulatif des résultats des coefficients de mortalités naturelles (**M**), par pêche (**F**) et totale (**Z**) de *M. merluccius* de la côte-Est algérienne.

Sexes	Mortalité naturelle ( <b>M</b> ) ( $\text{an}^{-1}$ )	Mortalité totale ( <b>Z</b> ) ( $\text{an}^{-1}$ )	Mortalité par pêche ( <b>F</b> ) ( $\text{an}^{-1}$ )	E
Confondus	0,24	2,28	2,04	0,89

Ainsi, à partir des valeurs de (**Z**) et (**M**) retenues, le coefficient de mortalité par pêche (**F**) de *Merluccius merluccius* pour la région Est algérienne est de **2,04** pour tous sexes confondus.

Le but des études de stocks en dynamique des populations exploités consiste à mettre en relation la production de l'activité de pêche avec l'impact de celle-ci sur l'évolution de l'effectif du stock.

### 5. Exploitation de *Merluccius merluccius*

Nous avons obtenu une mortalité totale (**Z**) de **2,28 an<sup>-1</sup>**. L'estimation de la mortalité naturelle (**M**) par l'équation de **Djabali** était de **0,24 an<sup>-1</sup>** et la mortalité par pêche (**F**) déduite à partir de ces deux données était de **2,04 an<sup>-1</sup>**. Ces différents paramètres nous ont permis de calculer le taux d'exploitation (**E**) de merlu qui est de l'ordre de **0,89 %**, et de déterminer **Z/K** qui est égale à **17,53**.

Les connaissances actuelles sur la biologie de *Merluccius merluccius*, principalement la reproduction et la dynamique de croissance, sont considérées un transitoire obligatoire pour améliorer l'évaluation de son stock halieutique.

### I. LA REPRODUCTION DE *MERLUCCIVS MERLUCCIVS*

#### Le Sex-Ratio

Dans les études de dynamique des populations, il est toujours nécessaire de connaître le sex-ratio. C'est en effet du nombre de femelles dans la population que dépend celui des futures recrues.

L'analyse du sex-ratio change selon que nous prenons en compte l'ensemble de la population ou bien les classes de taille séparément. De plus, le sex-ratio évolue en fonction du temps (saisons et années). Or nos résultats indiquent que le sex-ratio varie selon qu'on se situe dans la zone de Bejaia, de Jijel ou bien d'Annaba.

Plusieurs indices sont aujourd'hui utilisés pour déterminer et visualiser les périodes de reproduction des espèces démérsales. Plusieurs études ont penchés sur la détermination de la période de ponte maximale du merlu dans les eaux européennes de l'Atlantiques Nord-Est (**Lahaye, 1972; Billard, 1979; Perez & al., 1981, 1985; Piñeiro & Sainza, 2003; Murua & Motos, 2006; Dominguez-Petit & al., 2008a**), et en Méditerranée (**Aldebert, 1981 ; Abella & al., 2005**) ; de même sur le littoral algérien les travaux de **Bouaziz,1992 ; Belhoucine,2012**, basés sur certains paramètres tels que :

- l'abondance des œufs et des larves du merlu ;
- l'histologie des ovaires de femelles du merlu ;
- ou bien encore l'analyse du Rapport Gonado-Somatique (RGS) et du Rapport Hépatosomatique(RHS).

Pour notre étude, les indices de maturité sexuelle retenus pour visualiser les périodes de ponte éventuelle de l'espèce étudiée sont:

- L'étude du sex-ratio ;
- Rapport Gonado-Somatique et Rapport Hépatosomatique ;
- Les phases évolutives de la gonade, du pourcentage de femelles ayant des œufs ;
- Facteur de condition ;
- En dernier, une étude histologique des gonades.

Le sex-ratio ou proportion des sexes dans une population donnée se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes. Dans cette étude, le sex-ratio est exprimé en pourcentage de mâles et celui des femelles ; cette répartition de sexes est défilée en fonction des différentes stations d'études, Béjaïa-Jijel-Annaba, par la distribution des classes de taille et du temps (variations mensuelles et saisonnières), en plus d'une évaluation globale.

L'étude de la reproduction de *Merluccius merluccius*, montre en général que le sex-ratio a dévoilé une forte féminité qui se remarque au niveau du golfe de Béjaïa par rapport à la Baie de Jijel et une inversion du taux totale qui se présente sur la même période d'étude au niveau du golfe de Annaba. L'étude du sex-ratio en fonction de la taille montre en général la dominance des individus femelles jusqu'à la taille 22 cm, suivie d'une égalité numérique des proportions des deux sexes jusqu'à la taille 30 cm avec une tendance de la supériorité de la taille, au-delà de 30cm, à partir de laquelle les femelles représentent 100% de la population.

D'un coté, des résultats similaires ont été obtenus par **Khoufi & al. (2012)** en Méditerranée dans les côtes nord de la Tunisie, **El Habouz & al. (2011)** en Atlantique centre marocain et **Martic & al. (2009)** dans les eaux de Montegrine. Par contre, **Pineiro & Sainiza (2003)**, ont distingué que les proportions des mâles et des femelles sont égales jusqu'à la taille de 45 cm, et qu'au delà de cette taille, les proportions des femelles sont plus dominantes, jusqu'à la taille 60 cm où les femelles atteignent 100% de la population. Cette dominance des femelles au niveau des individus âgés pourrait, selon plusieurs auteurs, s'expliquer par:

- Une régularité ou une importance de capture plus grande des femelles.
- Une mortalité naturelle plus élevée chez les mâles.
- Une inversion sexuelle.
- Ou bien, plus simplement par une croissance différentielle et à la longévité différentes des deux sexes privilégiant les femelles.

Dans ce sens, des études récentes de croissance par des techniques de marquage et recapture ont montré qu'à partir d'un âge de deux ans, les femelles croissent plus rapidement que les mâles (**de Pontual & al., 2006 ; Mellon-Duval & al., 2010**).

Au niveau de la région de Bou-Ismaïl, et à partir des résultats obtenus par **Bouaziz (1992)**, le sex-ratio des merlus varie en fonction de la profondeur de capture. Selon cette hypothèse on peut assurer que nos constatation sur le terrain sont justes, et que les résultats

obtenus à partir des débarquements des merlus l'affirment en quelque sorte :

➤ **Au niveau du Golfe de Béjaïa** : le sex-ratio marque une forte prédominance du sexe féminin. A l'instar de tout le littoral algérien, le golfe fait une exception, du fait de sa particularité et la nature de la plaque continentale accidentée et oblige la pratique de pêche dans la zone de frai, de reproduction, et de nourriceries pour plusieurs espèces, tel que le merlu. En plus, la création des lignes de références encourage les pêcheurs de s'approcher beaucoup plus de la zone interdite.

➤ **La Baie de Jijel et le Golfe de Annaba** : une inversion du sex-ratio est distinguée et le sexe masculin se présente avec une proportion numérique importante dans les débarquements du merlu. La nature de la plaque continentale régulière dans ces zones, encourage la pêche dans les « I<sup>ère</sup>-II<sup>ème</sup>-III<sup>ème</sup> » zones de pêche, ce qui permet d'accéder à des profondeurs importantes là où les mâles merlus se présentent.

Chez *M.merluccius*, l'étude du sex-ratio en fonction de la variabilité saisonnière et mensuelle a montré une alternance caractérisée par des phases très distinctes des proportions des femelles et des mâles durant toute l'année. Au moment où la supériorité féminine prédomine sur toute l'année dans le golfe de Béjaïa, cette dernière se remarque beaucoup plus au cours de la saison printanière, alors qu'au niveau du golfe de Annaba, le sexe masculin domine.

C'est dans la zone de Béjaïa que nous trouvons beaucoup plus les plus petits individus et, dans l'ensemble, c'est le sexe féminin qui apparaît en premier comparativement au sexe masculin.

Les plus petites merlus femelles (15.6 cm) et mâles (15.6cm) sont capturés dans la zone de Béjaïa durant notre période d'échantillonnage (de Septembre 2013 à Septembre 2014). Dans la région de Jijel, les plus petits merlus mâles et femelles capturées ont une taille respectivement de 16.8 cm et 15.8 cm durant l'année d'échantillonnage. Alors que dans la zone de Annaba, les plus petits mâles et femelles capturés ont une taille respectivement de 15.9 cm et 16.2 cm. Nous avons également constaté que les tailles les plus élevées concernent la région de Béjaïa. L'évolution du sex-ratio comparable dans les régions de Béjaïa et de Jijel montre une dominance des mâles aux classes de tailles intermédiaires et une dominance des femelles dans les tranches de petites et grandes tailles. Toutefois, la région de Annaba se distingue des autres zones par l'absence des petites tailles et par une augmentation du taux de masculinité avec la longueur totale.



Le sex-ratio varie beaucoup au cours des saisons. Une dominance quasiment totale des femelles est observée durant la période de reproduction et/ou durant la période qui précède la période de reproduction dans la région de Béjaïa; par contre la région de Jijel est marquée par un taux de masculinité élevé au cours des périodes automnale et hivernale puis les rôles s'inversent pour que la supériorité numérique des femelles l'emporte au cours des saisons printanière et estivale. Alors qu'au niveau de la zone de Annaba, la supériorité numérique des mâles est observée presque durant toute l'année.

La supériorité de la taille des individus femelles des poissons Téléostéens a été rapportée et confirmée par plusieurs études, citons à titre d'exemple celles de :

- **El Bakali & al. (2010)** chez le rouget de roche (*Mullus surmuletus*, L., 1758) ;
- **Djouahra & al. (2013)** chez le Sar (*Diplodus vulgaris*, St. Hilaire, 1817) ;
- **Belhoucine, (2012)** chez le merlu (*Merluccius merluccius*, L., 1758) ;
- **Benghali & al. (2014)** chez la mustelle (*phycis blennoides*, brünnich, 1768)
- **Glavic & al. (2014)** chez la mustelle (*phycis phycis* L., 1766).

Toutefois, **Valdivia (2012)**, suite à une étude sur la truite arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss*, démontre que l'augmentation de la température (18°C) influence fortement la masculinisation. En plus, chez les poissons Téléostéens gonochoriques, les déterminismes du sexe sont soit environnementaux, soit génétiques avec une interaction possible entre ces deux facteurs.

### Période de reproduction

La connaissance de la période de ponte et de sa durée est importante pour la compréhension de la dynamique des populations. Depuis longtemps, les chercheurs ont déterminé les stades de développement d'après la morphologie des gonades et l'état d'avancement de la gamétogenèse. Ensuite, ils se sont interrogés sur les modalités de la reproduction du merlu dans différents secteurs géographiques. En fait, la période de ponte d'une espèce peut-être déterminée par:

- Un suivi mensuel de l'état de maturité macroscopique des ovaires,
- Un suivi de l'évolution du poids des gonades,
- Un suivi de la distribution mensuelle de l'état de maturité des femelles déterminé macroscopiquement et exprimé graphiquement par une succession d'états caractéristiques pour une femelle type.

Des auteurs ont déterminé la période de ponte du merlu, que ce soit du coté Atlantique (**Sarano, 1983; Martin, 1991; Casarino & Motos, 1996; Alvarez & al., 2001; Kacher 2005**), ou dans la Méditerranée (**Recasens & al., 1998; Arneri & Morales-Nin, 2000; Morales-Nin & Moranta, 2004**) ou spécialement dans les eaux Algériennes (**Bouaziz, 1992 ; Belhoucine, 2012**).

Le cycle sexuel étudié entre septembre 2013 et septembre 2014, montre une synchronisation des variations, mensuelles et saisonnières, du Rapport Gonado-Somatique des ovaires et des testicules. Les **RGS** individuels élevés observés de mars-avril, août-septembre et de novembre-décembre laissent supposer que les mâles et les femelles se reproduisent pendant ces périodes.

Toutefois, la grande taille et/ou poids des ovaires par rapport aux testicules permet d'enregistrer des pourcentages du **RGS** des femelles plus importants que ceux des mâles. En effet, le RGS est influencé par trois facteurs : la proportion des femelles matures, la fécondité et le poids gonadique (**Taylor & al., 1958; Gantias & al., 2003**). D'autre part, le **RGS** est un véritable coefficient de maturation des gonades. En effet, ce dernier nous a permis de connaître les périodes d'activité sexuelle des merlus ainsi que les périodes de reproduction. En effet, nous avons pu observer la présence de femelles en ponte en toute saison, avec des maxima en hiver (décembre-janvier), au printemps (mars-avril), et en été (août, septembre).

D'après la bibliographie, les poissons des grandes profondeurs peuvent avoir des périodes de ponte longues qui durent plus de 6 mois (voire toute l'année) ou courtes d'une durée inférieure à 6 mois. Par ailleurs, toutes les femelles sont au repos sexuel, surtout en période estivale qui coïncide avec la période d'arrêt de la pêche chalutière dans les zones de reproduction et/ou nourricerie du poisson, pendant lesquelles les pêches sont pratiquées dans la deuxième zone de pêche et plus (plus de trois mailles).

Ces observations s'expliqueraient par le fait qu'après la ponte, la quasi-totalité des femelles adultes regagneraient les eaux profondes (**Bouaziz, 1992**). Cependant, les espèces profondes ont pour la plupart une période de ponte très longue (**Magnusson & al., 1998; Magnusson & Magnusson, 1995**). De même, Le RGS des mâles de *Merluccius merluccius* mâles varie approximativement selon le même cycle que celui des femelles. Tout comme chez les femelles, nous avons noté une diminution du RGS des mâles au fur et à mesure que la période de ponte progresse. D'autres émissions de moindre importance en automne. Malgré-cela, chez les mâles, la phase finale de maturation des spermatozoïdes en spermatozoïdes

n'implique pas une augmentation très accrue du volume de la gonade, contrairement aux femelles, où l'hydratation des ovocytes lors de la maturation finale entraîne une augmentation du poids des gonades ; et nos résultats concordent avec ceux de (**El Bakali & al., 2010 ; Benghali & al., 2014**).

De plus, des femelles matures sont observées pendant une grande partie de l'année, surtout dans le golfe de Béjaïa, mais une majorité pond à un moment privilégié. Ceci, nous conduit à conclure que la ponte des œufs au niveau de l'espèce étudiée pourrait avoir lieu toute l'année avec des intensités plus ou moins variables en relation avec toutes les saisons. Donc, elle est susceptible de recevoir des signaux périodiques de l'environnement assez forts pour synchroniser la ponte.

Les fortes variations inter-individuelles dont les valeurs des indices (RGS-RHS) témoignent de développements sexuels asynchrones entre individus. Généralement les espèces marines stockent leurs réserves lipidiques dans le foie, de plus, **Encina & Granado-Lorenzo, (1997)**, annoncent que le développement ovarien s'accompagne d'un maximum de dépense énergétique. Dans ce sens et conjointement au **RGS**, nous avons étudié le **RHS**, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturité des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie. Ainsi, l'évolution simultanée ou avec un léger décalage des RGS et des RHS, chez les femelles, permet de penser qu'une partie des réserves du foie est consacrée à la production des gamètes.

Concernant les merlus femelles, les résultats obtenus, nous permettent de signaler trois périodes distinctes « printanière, estivale et hivernale » correspondant aux périodes de frai importantes marqués par des pics de **RGS** ( 1,27, 2,34 et 3,26 %) respectivement du golfe de Bejaia, de la Baie de Jijel et du golfe de Annaba, en plus durant un cycle sexuel, les deux rapports **RGS-RHS** varient logiquement en sens inverse.

Le suivi mensuel du RGS moyen dans les trois régions, Béjaïa, Jijel et Annaba, précise le caractère continu de la reproduction et non cyclique chez le merlu et confirme l'existence de pics de ponte secondaire au cours de l'année. Bien que la reproduction s'étale sur l'ensemble de l'année, certaines occasions paraissent être plus favorables que d'autres. Pour cela, Les valeurs du RGS obtenues durant une année permettent d'estimer la période de reproduction. Pareillement, on doit noter que ces valeurs doivent être utilisées prudemment car le RGS change d'une année à l'autre et d'une station à l'autre.

La maturation des produits génitaux et l'émission des gamètes nécessitent l'apport de nombreux métabolites et entraîne une importante dépense d'énergie. Ces phénomènes s'accompagnent donc souvent de transfert et d'utilisation de réserves qui étaient emmagasinées dans différentes parties du corps (**FAO, 1986**). Pour cela, nous avons cherché à déterminer l'origine et la mobilisation de ces réserves, en cherchant à mettre en évidence la variation et la relation de poids de certains organes comme le foie avec les gonades.

Le long d'un cycle de vie du poisson, un accroissement important du **RHS** précède celui du **RGS** (**Lahaye, 1972; Billard, 1979**). L'observation de l'évolution temporelle du Rapport Hépatato-Somatique **RHS** des merlus femelles montre des phases de synthèse hépatique et des phases de consommation de lipides hépatiques. La plus importante chute du **RHS** s'ajuste dès la reprise de l'augmentation des **RGS** ce qui synchronise parfaitement à la période de reproduction massive chez la femelle et coïncide avec le transfert des réserves hépatiques vers la gonade donc au cours de la maturation et au moment où l'accumulation du vitellus est active, le **RHS** s'abaisse brusquement. Par conséquent, nous avons conclu que les valeurs moyennes du **RGS** et celui du **RHS** varient en sens inverse.

Par contre, l'analyse des **RHS** des merlus mâles, montre que ce dernier n'évolue pas de la même manière que celui de **RGS**, et les résultats obtenus dévoilent une stabilité de ce rapport pendant toute l'année ce qui laisserait supposer que le foie n'intervient pas vraiment dans la maturation des spermatozoïdes et nos résultats corroborent avec ceux de (**Bouaziz, 1992; Belhoucine, 2012**).

*Les pics des RGS moyens observés en décembre- avril et septembre pour les mâles et les femelles laissent supposer que la ponte et l'émission des spermatozoïdes ont lieu dans des périodes distinctes au cours de l'année. Cependant les RGS individuels montrent que toute l'année des mâles et des femelles émettent leurs gamètes.*

*Le suivi du RHS chez les mâles et les femelles met en évidence qu'une mise en réserve a lieu dans le foie. Le décalage entre les pics de RGS et de RHS n'est pas important. Chez les femelles une augmentation du RHS en phase avec celle du RGS a été notée: le stockage de réserves dans le foie semble donc en partie lié à la reproduction.*

Il a été dit souvent que les stratégies vitales des organismes en général sont adaptées aux spécificités du milieu dans lequel ils vivent, en plus des facteurs externes qui sont des stimuli qui modifient l'équilibre endocrinien et déclenchent des rythmes endogènes qui agissent sur la croissance ou la reproduction. D'après (**Hureau, 1970; Hureau & al., 1991 ; Geistdoerfer,**

**1982b**), les variations liées à l'intensité lumineuse jusqu'à une certaine profondeur, à la disponibilité en nourriture ou des courants de marée constituent des signaux cycliques pourraient être perceptibles par les poissons profonds. D'autres auteurs signalent que les effets liés aux changements des températures influencent sur le déclenchement de la ponte chez les poissons (**Blaxter & Hunter, 1982**). En plus, au moment de la période de ponte maximale dans les eaux européennes, cette dernière est plus précoce dans les eaux méridionales et est plus tardive au fur et à mesure que la latitude augmente (**Casey & Pereiro, 1995**).

Donc, la température peut influencer la migration des reproducteurs et par conséquent, affecter indirectement la période de ponte et les variations de la saison de reproduction. La période de pic de ponte semblent être liées aux changements biotiques et abiotiques du milieu, dont des observations au niveau du golfe de Béjaïa, des remontées importantes des individus du merlu surtout, beaucoup plus, au cours de la saison hivernale et qui sont probablement atterrés par la fraîcheur des eaux en cette période.

En plus, Il est certain que le plateau continental reculé du golfe de Béjaïa, à l'instar du reste du littoral algérien, est un lieu de reproduction préférentiel pour les merlus par rapport à d'autres zones dont elle semble réunir toutes les conditions pour la constitution de frayères et de nurseries importantes. Une récente étude en Atlantique centre marocain (**El Habouz & al., 2011**) vient confirmer toutes ces observations. En effet, les grands courants océaniques ont une influence sur la concentration des reproducteurs de merlu, près de la côte en hiver. Sans oublier, les variations dans la composition démographique et la mortalité par pêche qui peuvent influencer la saisonnalité et l'étendue de la période de reproduction (**Millan, 1999 ; Ganias & al., 2003**).

Des travaux effectués par plusieurs auteurs dans l'océan Atlantique et la mer Méditerranée, regroupés dans le tableau 55, sur les périodes de reproduction du merlu. En Méditerranée et sur les côtes algériennes (**Bouaziz & al., 1998b**) font remarquer que le suivi de la maturité sexuelle du merlu *M. merluccius*, capturé entre 1987 et 1988 dans la Baie de Bou- Ismail, lui ont permis de conclure la présence de femelles en ponte et de mâles en émission en toute saison, avec des maxima en été et en hiver. Ceci est appuyé par le travail effectué par **Belhoucine (2012)**, sur les merlus échantillonnés dans la Baie d'Oran en 2006. Il a été noté que la population du merlu semble avoir une reproduction active tout au long de l'année (**Bouhlal, 1973; Papaconstantinou & Stergiou, 1995; Tsmenidis & Papacostantinou, 1985; Recasens & al., 1998**). Pendant que **Alemanly & Oliver. (1995)**

ont constaté l'existence de deux cohortes moyennes annuelles, une en automne et l'autre en hiver-printemps.

**Tableau 55:** Périodes de reproduction de *Merluccius merluccius* dans divers secteurs de l'océan Atlantique et du bassin Méditerranéen.

(□ ponte étalée sur l'année    ■ pic de ponte)

Auteurs	Région	Zone	Hiver			Printemps			Été			Automne		
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bouhlal (1973)	Méditerranée	Nord Tunisie	■	■	■									
Tsmenidis & Papacostantinou (1985)		Mer Grecque												
Zupanovic & Jardas (1986)		Adriatique												
Mytilineou & Vassilopoulou, (1988)		Mer Grecque												
Alemaný et Oliver (1995)		Mediterranean Sea			■	■	■				■	■	■	
Recasens (1992)		Golfe du Lion												
Bouaziz (1992)		Bou-Ismaïl	■	■	■							■	■	■
Recasens & al., (1998)		Golfe du Lion												
Ameri & Morales-Nin, (2000)		Adriatique						■	■	■				
Morales-Nin & Moranta, (2004)		Mediterranean Sea									■	■	■	
Belhoucine (2012)		Baie d'Oran	■	■	■							■	■	■
<b>Présente étude</b>		<b>Côte-Est algérienne</b>	■	■	■					■	■	■		■
Belloc (1923)		Atlantique	France											
Alcázar & al.(1983)			Asturias											
Lucio & al. (2000)	Golfe de Gascogne			■	■									
Fives et al. (2001)	Mer Celtique					■	■	■						
Piñeiro & Saínza (2003)	Galician waters and Cantabrian Sea			■									■	
Álvarez & al. (2004)	Golfe de Gascogne			■	■									
Muriá & Motos (2006)	Golfe de Gascogne		■	■	■									
Lannin (2006)	Mer Celtique													
Silva & al., (2007)	Golfe de Cadiz													

Les résultats obtenus par (Ungaro & al., 2001), en mer Adriatique, coïncident parfaitement avec les nôtres. En effet ces auteurs signalent deux pics de frai, l'un en hiver et l'autre en été. En Méditerranée occidentale (Recasens & al., 2008), rapportent que l'activité de reproduction du merlu dans le nord de la Mer Tyrrhénienne a été concentrée de janvier à

mai, avec des pics en février et mai, tandis que dans la mer Catalane, la principale saison de reproduction s'est produite à partir d'août à décembre, avec des pics de ponte en septembre et décembre.

En Atlantique, des observations identiques ont été notées, la principale période de ponte du merlu est maximale en hiver (Alcázar & al., 1983; Pérez & Pereiro, 1985; Lucio & al., 2000; Piñeiro & Sainza, 2003; Álvarez & al., 2004; Murúa & Motos, 2006; Silva & al., 2007), et au printemps (Fives & al., 2001; Domínguez-Petit, 2007).

Par conséquent, la longue période de frai de *Merluccius merluccius* est une caractéristique spécifique de *M. merluccius*. Néanmoins, comme le signalent Bénéch & Quensière. (1985), cette souplesse adaptative des modalités de reproduction est limitée par le cadre génétique de l'espèce qui définit sa stratégie.

En outre, une telle interprétation est conforme à d'autres espèces du genre *Merluccius*: (Angelescu & al., 1958; Chiechowski, 1968) et (Christiansen & Cousseau, 1971). Pour *M. hubbsi* (Balbotin & Fischer., 1981) et *M. gayi gayi* (Alheit, 1986). Cette tendance a été observée chez *Merluccius capensis* (Kainge & al., 2007), mais une étude sur *M. hubbsi* (Macchi & al., 2004) a souligné que la saison de ponte a duré moins d'un mois.

L'examen macroscopique des gonades et le suivi mensuel de l'évolution du rapport gonado-somatique (RGS), du rapport hépato-somatique (RHS) révèlent, encore une fois de plus, que la période de ponte du merlu de la Méditerranée, caractérisée par un climat tempéré (en moyenne 14°C), est plus étalée que celle du merlu Atlantique déterminé par des variations hydrologiques beaucoup plus fortes (Bouaziz & al., 1998c). En conséquence, la période de reproduction de *Merluccius merluccius* de la côte-Est algérienne s'étale au cours de l'année avec des pics de ponte situés entre mars-avril et août-septembre et décembre-janvier. Nos résultats coïncident avec ceux obtenus par d'autres auteurs dans d'autres régions d'études en Méditerranée.

### La taille de la première maturité sexuelle

La taille de la première maturité sexuelle ne peut être commune pour tous les individus d'une espèce donnée. Elle varie en fonction de la variabilité individuelle et la précocité sexuelle.

La connaissance de la taille de la première maturité sexuelle est importante pour la préservation des stocks. C'est un paramètre qui est pris en considération dans la gestion rationnelle des stocks pour empêcher la pêche des poissons en deçà de cette taille et lui

donner la possibilité de pondre au moins une fois dans sa vie (**Athanassios-Tsikliras & al., 2014**), ceci n'est possible que par la fixation des dimensions des mailles des filets de pêche (**Bradai & al., 2002**).

Nos observations diffèrent largement de celles des principaux auteurs ayant travaillé sur *M. merluccius* de l'Atlantique; dans le golfe de Gascogne, **Meriel-Bussy, 1966**, situe la première maturité sexuelle entre 35-55 cm pour les mâles contre 50 cm pour les femelles, tandis que **El Habouz, 2011**, note une apparition de la première maturité sexuelle plus précoce chez les mâles qui est de l'ordre de 28,6 cm et celui des femelles de l'ordre de 33,8 cm. Dans la même zone, **Domínguez-Petit & al., 2008b**, fixent la L<sub>50</sub> à 46 cm dans l'Atlantique Ibérique et à 41 cm dans l'Atlantique Nord.

Dans la région de la Méditerranée, **Bruno & al., 2006** situent la L<sub>50</sub> des femelles à 36 cm dans la zone Baléares; en Mer catalane, **Recasens & al., 2008**, fixent la taille à la première maturité à 35,8 cm alors que dans la Mer Tyrrhénienne elle est de l'ordre de 35,1 cm. **Bouaziz, 1992** la fixe à 21,5 et 30,6 cm respectivement pour les mâles et femelles dans la baie de Bou-Ismaïl. Enfin, **Belhoucine, 2012**, fixe la taille pour laquelle 50 % de la population de *M. merluccius* de la Baie d'Oran est mature à 20,5 cm pour les mâles contre 33,5 cm pour les femelles.

### Facteur de condition

Dans l'ensemble, le facteur de condition K des mâles et des femelles présente des valeurs proches et une évolution temporelle sensiblement analogue. En revanche, il présente des variations saisonnières et régionales. Les fortes variations du facteur de condition K moyen coïncident avec celles du RGS moyen. Donc, le facteur de condition K nous renseigne sur l'état sexuel des individus.

Le facteur de condition K moyen traduit ici les variations de la condition physique des merlus, l'amaigrissement qui les affecte pendant les pontes et la reprise de poids qui lui succède. Il peut être considéré comme un assez bon indicateur de l'état physique des individus. Ces modifications au cours d'un cycle annuel correspondent à des périodes bien distinctes quels que soit la région et le groupe de taille considérés :

- Une période d'accroissement ou de bonne condition anticipe l'activité sexuelle. Cette phase est caractérisée par la prise de la masse par le poisson.
- Une période de diminution ou de mauvaise condition est marquée par un amaigrissement du merlu.



- L'amélioration de la condition se situe essentiellement au printemps avec un décalage plus ou moins important dans la saison estivale, la zone et le groupe de taille considérés.

### Etude histologique

L'organisation générale ovarienne chez *M.merluccius* est de type cystovarien. Les ovaires de type cystovarien sont organisés en lamelles ovariennes, disposées radialement vers la lumière de l'ovaire, dans laquelle seront évacués les ovocytes mûrs pendant l'ovulation. L'ovaire est entouré d'une tunique ovarienne. Tous les types cellulaires de l'ovogenèse sont présents au cours du développement de la gonade.

Le développement de l'enveloppe folliculaire (constituée de l'intérieur vers l'extérieur de la *zona radiata*, des cellules folliculaires, et de la thèque) débute au stade de l'ovocyte bloqué en prophase de méiose réductionnelle.

Les différents types cellulaires de l'ovogenèse présentent une évolution avec transition des types cellulaires qui précèdent ou qui suivent, ce qui explique des écarts importants dans les dimensions ovocytaires. Par ailleurs, les cellules ayant une forme globalement sphérique, la taille de leur section varie selon que la coupe est plus ou moins polaire ou équatoriale, ceci, même si le choix a été porté sur des sections sensiblement équatoriales.

Chez le merlu, les testicules sont organisés en lobules de types non structurés ou « unrestricted » décrits par **Grier (1993)**, cas le plus fréquemment rencontré chez les téléostéens. Chaque lobule est constitué d'un épithélium germinatif et présente une lumière qui permettra l'évacuation des spermatozoïdes vers le canal efférent. Les cellules sexuelles sont organisées en cystes (seules les spermatogonies avant multiplication mitotique sont isolées), entourés d'une enveloppe constituée de cellules de Sertoli. Les lobules sont délimités par une membrane basale acellulaire et séparés par un tissu interstitiel, où sont observés des îlots de cellules de Leydig à fonction endocrine.

La spermatogenèse, qui se déroule à l'intérieur de cystes, se résume à une succession de cellules sexuelles obtenues après division cellulaire : spermatogonies, spermatocytes I, spermatocytes II, spermatides et spermatozoïdes. Les spermatogonies sont issues de cellules germinales primordiales lors de la phase de différenciation sexuelle. Un stock résiduel de cellules indifférenciées subsiste au cours de la maturation sexuelle et perpétue jusqu'à la prochaine phase de quiescence.

## **II. AGE, CROISSANCE, MORTALITES ET EXPLOITATION DU MERLU**

Le modèle de **Von Bertalanffy (1938)** de la croissance linéaire a été appliqué à tous sexes combinés du merlu. Cette étude a révélé que les taux de croissance relatif diminuent avec l'âge; ils sont maximaux pour les petites tailles (1-2 ans) qui atteignent les 20,78 cm à cause de la croissance rapide des jeunes individus par rapport aux plus âgés, ensuite, ils chutent au fur et à mesure que la taille des poissons s'approche de la taille et du poids asymptotiques.

Nos résultats sont en accord avec de nombreux auteurs qui ont décrits pour le merlu européen, une croissance plus rapide, aussi bien pour la population Atlantique (**Casey & Pereira, 1995; Pineiro & Sainza, 2003**) que Méditerranéenne (**Aldebert & Carries, 1989a; Recassens & al., 1998**).

Ce résultat est en accord avec les travaux de **Pineiro & Sainza, 2003** qui ont constaté que les mâles grandissent plus rapidement que les femelles avant la maturité sexuelle, mais, juste après, les femelles croissent plus vite que les mâles. L'inversion du taux de croissance entre les mâles et les femelles à la limite de la maturité sexuelle peut être expliquée par la différence du métabolisme entre les deux sexes comme la différence de la consommation de l'oxygène (**Pauly, 1994 in Pineiro & Sainza, 2003**) et/ou la différence de niveau d'excès d'énergie entre la reproduction et la croissance somatique (**Rijnsdorp & Ibelings, 1989 in Pineiro & Sainza, 2003**).

Au cours de notre échantillonnage nous avons constaté l'irrégularité de la répartition des merlus en fonction de sexe et de la zone d'échantillonnage, pendant que les femelles dominant largement par apport aux mâles dans le golfe de Béjaïa, dans d'autre golfe c'est les mâles qui sont en faveur des femelles avec des proportions importantes. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la dominance des femelles, parmi lesquelles le taux de mortalité des mâles qui dépasse largement celui des femelles pour les âges plus que 8 ans, la différence du taux de croissance entre les deux sexes, l'accessibilité aux engins de pêches et la vulnérabilité des mâles et donc à leur résistance au facteurs du milieu (**Bouaziz & al., 1998c ; Pineiro & Sainza, 2003**).

Tableau 56 : Comparaison des paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $t_0$ ) obtenus dans différentes zones géographiques pour le merlu à sexes combinés.

Zone	Région	Référence	sexe	$L_{\infty}$	$k$	$t_0$	$\emptyset'$
Atlantique	Golfe de Gascogne (Stock Nord)	Décamps & Labastie,(1978)	Combiné	108	0,21	0,12	3,37
	Golfe de Gascogne (Stock Sud)	Iglesias & Dery, (1981)	Combiné	83	0,148	-0,42	3,01
	Baie de Biscaye	ICES (1993)	Combiné	127,5	0,073	-1,13	-
	Baie de Biscaye	Lucio & al., (2000)	Combiné	110	0,124	-0,452	-
	Nord Est atlantique (Espagne)	Godinho, 2001	Combiné	110,6	0,08	-0,97	2,99
	Eaux Ibériennes	Pinéro& Sainza, (2003)	Combiné	88	0,128	-1,174	2,99
	Baie de Biscaye	de Pontual & al., 2006	Combiné 1	89,9	0,362	-	3,47
			Combiné 2	110	0,25	-	3,48
Atlantique centre-Maroc	El Habouz, 2011	Combiné	115,4	0,14	-0,919	3,27	
Méditerranée	Iles Baléares	Oliver, 1993	Combiné	94,2	0,086	-0,59	-
	Golfe de Lion	Recasens & al., 1994	Combiné	94,7	0,131	-0,122	-
	Bou-Ismaïl, Algérie	Bouaziz & al., 1998b	Mâle	100,7	0,124	-0,12	3,099
			Femelle	80,64	0,13	-0,44	2,93
	Iberian Peninsula (Santa Pola, Alicante)	Garcia-Rodriguez& Esteban, (2002)	Combiné	106,8	0,2	0,003	3,36
	Golfe de Lion	Mellon-Duval & al., (2010)	Combiné	110	0,183	0	3,35
	Baie d'Oran, Algérie	Belhoucine, 2012	Combiné	59,27	0,22	-0,823	2,897
<b>Présente Etude</b>	<b>Betatache-Alik, 2014</b>	<b>Combiné</b>	<b>99,28</b>	<b>0,13</b>	<b>-0,31</b>	<b>3,12</b>	

Si l'on considère les valeurs des paramètres de **l'équation de Von Bertalanffy** trouvées dans les régions méditerranéennes limitrophes (Tab.56), nous remarquons que nos résultats s'intègrent bien dans l'ensemble. Le **test phi-prime ( $\Phi'$ )** a été utilisé pour comparer les paramètres de croissance linéaire  **$L_{\infty}$**  et  **$K$**  estimés pour l'ensemble des sexes avec ceux obtenus par d'autres études. En général, la comparaison par ce test montre des similitudes des différents  $\Phi'$  calculés, avec des légères différences. Les  $\Phi'$  collectés de la bibliographie, varient de **2,89** à **3,36**. Les légères différences entre les  $\Phi'$  des paramètres de croissance estimés par les auteurs peuvent être expliquées par:

- Les données d'échantillonnage (commerciales ou à partir des données de campagnes de prospection).
- La gamme de tailles des échantillons et la période de l'échantillonnage (variations saisonnières et interannuelles);
- Les conditions hydro-climatiques et environnementales dominantes, caractéristiques de chaque zone et induisant des performances de croissance variables.

L'étude du tableau 55 nous indique que la croissance linéaire du merlu est plus rapide en Atlantique Nord (baie de Biscaye et eaux atlantiques de la péninsule ibérique) qu'en Méditerranée.

L'âge est le changement du rythme de croissance entre les deux sexes, il coïncide avec la première maturité sexuelle, ce qui indique que le changement du rythme de croissance entre les mâles et les femelles est influencé par la maturité sexuelle. Cette étude a révélé que les taux de croissance relatifs diminuent avec l'âge, ils sont maximaux pour les petites tailles (1-2 ans) qui atteignent les 20,78 cm à cause de la croissance rapide des jeunes individus par rapport aux plus âgés ensuite, ils chutent au fur et à mesure que la taille des poissons s'approchent de la taille et du poids asymptotiques.

la croissance linéaire du merlu du bassin oranais méditerranéen vérifie l'hypothèse d'une croissance rapide, résultat qui concorde avec celui de **Bouaziz & al., (1998a)** au centre d'Alger, au Golfe de Lion (**Mellon-Duval & al., 2010**) et en Méditerranée de l'Ouest (**Garcia-Rodriguez & Esteban, 2002**). En Atlantique, d'autres auteurs ont noté des croissances similaires pour la même espèce en particulier dans la baie de Biscaye (**de pontuel & al., 2003 et 2006**), dans les eaux Ibériques (**Pineiro & al., 2007**) et les eaux atlantiques marocaines (**El Habouz, 2011**).

Les résultats obtenus de l'âge du merlu de la façade maritime Est algérienne semblent plus ou moins proches de l'ensemble des résultats donnés par certains auteurs (Tab. 57). L'estimation de la taille de la fin de la première année d'âge du merlu est de **20,74 cm** pour les deux sexes combinés. Cette taille à la première année de vie de l'espèce cible paraît supérieure à celles estimées par **Belhoucine, 2012** en Méditerranée algérienne dans la région d'Oran avec **19,77 cm** et celle de **Mellon-Duval & al., 2010** qui est de 17,9 cm, ainsi celle de **Oliver, 1990** qui est de 16,3 cm.

**Tableau 57:** La comparaison des résultats de la Clé âge- longueur Merlu par rapport à ceux trouvés dans différentes régions.

Région	Référence	sexe	Classes d'âge											Méthodes d'étude
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Atlantique marocain	Goni, (1983)	Combiné	14,8	20,7	26,3	31,4	36,3	40,9	45,2	49,2	53	-	-	
Atlantique Ibérique	Pinero & Sanza, (2003)	Combiné	11,9	20,6	29	36,7	43,8	50	55,4	58,3	63,1	67,1	75	Otolithes
Baie de Biscay	de Pontual & al., (2006)	Combiné	-	24,3	43,3	58	69,5	78,5	-	-	-	-	-	Marquage-recapture
Atlantique Centre Marocain	El Habouz, (2011)	Combiné	13,9	27,2	38,7	48,7	57,4	65	71,6	77,3	82,3	86,6	90,4	Analyse des tailles
Nord et Centre Adriatique	Flamini (1084)	Combiné	11	19	26,2	33,3	39,5	-	-	-	-	-	-	Otolithes
Iles Baléares	Oliver, (1990)	Combiné	11,2	16,3	21,9	28,4	34,7	38,2	-	-	-	-	-	Otolithes
Baie de Bou-Ismaïl	Bouaziz, (1992)	Combiné	11,5	21,5	25,5	29,5	31,5	-	-	-	-	-	-	Otolithes
Méditerranée (Golfe Alicante)	Garcia-Rodriguez & Esteban (2002)	Combiné	12	17,4	25	34,9	44,5	50,8	54,9	56,6	-	-	-	Otolithes
Golfe de Lion	Mellon-Duval & al., (2010)	Combiné		17,9	32,9	45,5	56	64,8			-	-	-	Marquage-recapture
baie d'Oran, Algérie	Belhoucine, (2012)	Combiné	15,1	19,7	27,6	34,0		43,2	46,5	49,1	51,1	-	-	Analyse des tailles
Présente Etude	<b>Betatache-Alik, 2014</b>	<b>Combiné</b>	<b>15.49</b>	<b>20.74</b>	<b>28.16</b>	<b>33.93</b>	<b>40.19</b>	<b>45.58</b>	<b>56</b>	<b>63.55</b>	-	-	-	Analyse des tailles

Cependant, il faut convenir que nos résultats rejoignent ceux de **Coni, 1983**, avec un résultat de 20,7 cm, ainsi celui de **Pineiro & Sainza, 2003**, de l'ordre de (20,6 cm) et qui a estimé la taille de la première année pour l'ensemble des individus à 19 cm. Toutefois, nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **de Pontual, 2006** et **El Habouz, 2011** en Atlantique, estimant la longueur totale de la fin de la première année de vie des merlus (sexes confondus) respectivement à 24 cm et 27,2 cm.

Par ailleurs, des études de croissance des juvéniles dans certaines zones de l'Atlantique et de la Méditerranée, à partir de l'analyse des microstructures sur les otolithes sagittas ont conduit à l'estimation des tailles moyennes du merlu à la fin de sa première année de vie. Ces tailles estimées respectivement à 16 cm et 18,3 cm au golfe de Lion (**Morales-Nin & Aldebert, 1997**) sont largement inférieures à la valeur estimée (23,8 cm) à la baie de Biscaye et à la mer Celtique (**Kacher & Amara, 2005**).

Il ressort de cette étude de la croissance linéaire du merlu de la Côte-Est algérienne qu'à l'instar de ce qui a été prouvé dans d'autres zones géographiques, les techniques de la lecture des otolithes sur-estiment l'âge et sous-estiment la croissance du merlu européen. Néanmoins, des études de la croissance des juvéniles à partir de l'analyse des microstructures des otolithes et des techniques de marquage et recapture sont indispensables pour bien cerner la croissance linéaire chez le merlu des côtes algériennes.

### La mortalité et le taux d'exploitation de *Merluccius merluccius*

La détermination de la mortalité naturelle (**M**) est une démarche difficile qui aboutit à des estimations dont on ne peut pas définir le niveau d'incertitude et qui doivent être acceptées telles quelles. Toutes les méthodes constituent des approches à cette détermination et ne tiennent compte que des paramètres environnementaux et biologiques, éliminant ainsi toute interaction avec le facteur pêche.

Les résultats obtenus de coefficient de mortalité naturelle (**M**) semblent dans le même sens que celui de **Bouaziz & al., 2001** et **Belhoucine, 2012**, concernant le littoral algérienne, ainsi que celui de **Kacher, 2004** dans le golfe de Gascogne de l'autre côté de l'atlantique (Tab.58). Ce coefficient instantané de (**M**) est également proche à celui retenu par le groupe de travail sur le merlu du nord (**CGPM, 2013**) car considéré comme étant caractéristique des Gadidae.

Le coefficient de mortalité par pêche (**F**) est relativement élevé et généralement supérieur à celui de la mortalité naturelle (**M**). Cette situation serait due au fait à une pêche

qui se concentre essentiellement sur de petits fonds concernant surtout le golfe de Béjaïa, qui fait exception au reste du littoral algérien, du fait de la nature de ses fonds accidentés, et la pêche au niveau de la zone interdite qui tombe à moins des **40 m**; les pêcheurs ne s'aventurent plus à accéder, presque jamais, les **100 m** de profondeur. Au moment où dans d'autres zones de pêche, malgré la nature des fonds qui sont faits d'une façon continue, la pêche se concentre essentiellement sur de petits fonds qui n'excèdent pas les **200 m** de fond, peuplés par les jeunes poissons immatures. Pour cela, il serait souhaitable de déplacer l'effort de pêche soit vers les grands fonds quasiment inexploités, soit vers d'autres fonds chalutables vierges.

La méthode utilisée pour déterminer l'estimation de la mortalité totale **Z** aboutit à des résultats peu différents (Tab. 58). Quelle que soit la méthode utilisée, les valeurs estimées sont entièrement tributaires du choix des points utilisés pour le calcul de la droite de régression.

**Tableau 58:** Mortalité (**Z**, **M**, **F**) estimées par d'autres auteurs dans différentes régions de la Méditerranée.

<b>Auteurs</b>	<b>Zone</b>	sexes	<b>Z (an<sup>-1</sup>)</b>	<b>M (an<sup>-1</sup>)</b>	<b>F (an<sup>-1</sup>)</b>
Djabali & al., (1991)	Algérie	Combiné	0.66	0.3	0.36
Addis & al., (1998)	(île de Sardigne) Italie	Combiné	0.85	0.31	0.54
Papaconstantinou, (2000)	Grèce	Combiné	0,85	0,18	0,67
Bouaziz & al., (2001)	Côtes centres algérienne	Combiné	0,78	0,27	0,51
Belhoucine, (2012)	Baie d'Oran	Combiné	0,86	0,23	0,63
<b>Présente étude</b>	<b>Littorale Est algérienne</b>	Combiné	<b>2,28</b>	<b>0,24</b>	<b>2,04</b>

Les mortalités (**Z**, **M**, **F**), diffèrent légèrement d'un auteur à un autre et d'une région à une autre, ceci reviendrait probablement à la différence des méthodes utilisées pour leurs détermination; par rapport aux valeurs élevées de **K** et de **L<sub>∞</sub>** qui peuvent aussi influencer directement les mortalités **M** et **Z**; ainsi à la température de l'eau. Selon **Winberg (1960)**, les poissons tropicaux mangent plus que ceux des régions tempérées pour satisfaire des besoins métaboliques plus élevés. Ceci forcerait donc les prédateurs à consommer davantage de proies par unité de temps que leurs congénères des eaux froides, ce qui

donnerait des mortalités plus élevées chez les poissons proies (**Bouaziz, 2007**).

### Exploitation de *Merluccius merluccius*

Les différents coefficients de mortalité nous ont permis de calculer le taux d'exploitation (**E**) du merlu qui est de **0,89**.

**Sparre & Venema (1992)** évoquaient l'usage de **E<sub>0</sub>** pour décider de l'état de la sous ou surexploitation d'un stock, et suggèrent des mesures de gestion, si nécessaire, parce que la valeur idéale hypothétique de **0,50** est seulement possible si la mortalité naturelle et la mortalité par pêche sont égales. Dans ce cas, aucune population de poisson n'existerait (**Beverton & Holt 1957**).

La mortalité par pêche observée qui est de l'ordre de **2,04an<sup>-1</sup>** comparée à la mortalité naturelle **0,24 an<sup>-1</sup>** pour *M. merluccius* indique une position déséquilibrée dans le stock. Ceci pourrait être dû à la pression de la pêche. Ce qui justifie que le niveau d'exploitation **E (0,89)** soit supérieur au seuil critique (**0,50**). Nos résultats supérieurs par rapport au seuil, ce qui conduit à penser que le milieu semble être surexploité.

Selon **Gulland (1971)**, l'état d'exploitation d'un stock peut être évalué en se fondant sur le fait que le rendement optimum est atteint quand **F = M**, c'est-à-dire **E<sub>opt</sub> (0,50)**. En **1989, Barry & Tegner** ont énoncé la règle générale suivante: **Z/K > 1**, la population a une tendance de mortalité (**Z** étant la mortalité totale et **K** le coefficient de croissance). Dans cette population, si la proportion **Z/K** est aux environs de deux, celle-ci est alors légèrement exploitée. Par contre, si cette proportion est largement supérieure à deux, il existe une surexploitation (**Barry & Tegner, 1989**).

Dans notre présent travail, le rapport **Z/K** calculé est égal à **3,73**. Cette valeur, largement supérieure à **2**, confirme l'état de surexploitation du stock de *M. merluccius*.

Suite aux résultats obtenus, on pourrait avancer que la population de *M. merluccius* est surexploitée au niveau du littoral Est algérien lors de notre période d'étude.





---

---

*Conclusion générale*

---

---



### *Conclusion générale*

Le Merlu est une espèce à haute valeur commerciale bien qu'elle ne présente pas de fortes abondances dans les différentes pêcheries. Le suivi de la biologie et la dynamique de cette espèce s'impose pour maintenir les stocks.

La présente étude est un apport à la connaissance de certains aspects de la biologie et de l'exploitation de l'espèce *Merluccius merluccius* dans la région Est du littoral algérien. Aussi modeste soit-elle, elle vient de combler une lacune dans cette région. Même s'il reste à mieux affiner et pour certains aspects à approfondir, il nous semble indispensable, au terme de ce travail, de rappeler les principaux éléments mis en évidence.

La connaissance fondamentale de la biologie de la reproduction d'une espèce est un facteur clé pour comprendre la dynamique de sa population et préciser sa stratégie vitale. La détermination du sexe et de la suite des changements du stade de maturité au cours de l'année est d'une très grande importance pour édifier une connaissance précise de la biologie générale d'un stock exploité. Parmi les principaux traits de la sexualité d'une espèce, fonction essentielle à son maintien, le cycle sexuel, la période de reproduction, la taille à la première maturité sexuelle, le sex-ratio et le Rapport Gonado- Somatique (**RGS**) et Hépat-Somatique (**RHS**), ainsi que le coefficient de condition sont les points les plus importants dans l'étude de la biologie de l'espèce sans négliger l'étude histologique des gonades.

La comparaison de la distribution des fréquences des individus, révèle que le stock exploitable de *Merluccius merluccius* du Golfe de Béjaïa renferme plus de femelles que de mâles (le nombre de mâles pour cent femelles est de 38 individus). Les résultats des variations du sex-ratio reflètent d'une part, une maturation plus précoce chez les mâles que chez les femelles et d'autre part, une taille de 15.6 cm de la plus petite contre 62.4 cm de la grande taille de femelle observée; en revanche le plus jeune mâle est de 16.6 cm contre 33.8 cm pour le grand mâle. Nous constatons, par rapport aux mâles, que les femelles sont dominantes dans toutes les gammes de taille et deviennent de plus en plus abondantes au niveau des classes de tailles supérieures à 25 cm. Il apparaît bien, chez cette espèce, que les mâles sont de petite taille, les femelles de grande taille.

La connaissance de **la taille de la première maturité sexuelle** est importante pour la préservation des stocks. C'est un paramètre qui est pris en considération dans la gestion

rationnelle des stocks pour empêcher la pêche des poissons en deçà de cette taille et lui donner la possibilité de pondre au moins une fois dans sa vie; ceci n'est possible que par la fixation des dimensions des mailles des filets de pêche. Chez les femelles la **L50** se situe aux environs d'une taille égale à 29.5 cm, alors que chez les mâles, elle est de 21 cm.

L'étude **des stades macroscopiques**, des RGS, des RHS du merlu, des deux sexes montre que les mâles et les femelles émettent pour la plupart leurs gamètes entre mars-avril, août-septembre et décembre pendant l'année 2013/2014. Cependant de grandes variations individuelles ont été observées dont le développement sexuel est asynchrone. Donc cette espèce présente une période de reproduction qui s'étale le long de l'année.

**Les pics des RGS moyens** observés pour les mâles et les femelles laissent supposer que la ponte des œufs et l'émission des spermatozoïdes ont lieu au moment des périodes citées auparavant. Cependant les RGS individuels montrent que toute l'année des mâles et des femelles émettent leurs gamètes.

**Le suivi du RHS** chez les mâles et les femelles met en évidence qu'une mise en réserve a lieu dans le foie, plus importante chez les femelles. Le décalage entre les pics de RGS et de RHS n'est pas important. Chez les femelles une augmentation du RHS en phase avec celle du RGS a été notée. Le stockage de réserves dans le foie semble donc en partie lié à la reproduction.

Les valeurs élevées **du facteur de condition K** moyen sont observées durant la période qui précède le démarrage de la reproduction et ceci quels que soient le sexe et l'intervalle de taille considérés. Tandis que les faibles valeurs apparaissent pendant la saison de reproduction selon le groupe de taille considéré. Les réserves accumulées chez les grands reproducteurs sont relativement plus importantes que celles des jeunes poissons.

**D'après nos résultats histologiques, la reproduction des femelles** du merlu est de type « **batch spawner** », c'est-à-dire à ponte fractionnée avec un développement asynchrone des ovocytes. Nous adhérons à l'avis que cette stratégie, favorisée en présence d'un milieu tempérée, induit une période de reproduction plus longue que celle des espèces à ponte unique.

**En ce qui concerne la spermatogenèse**, l'étude a, en premier lieu, porté sur la structure du testicule. Celui-ci est composé, à la périphérie et sous la paroi, de lobules de type non structuré ; dans ce type on observe une progression du développement cellulaire du stade le

moins évolué en périphérie du lobule, au stade le plus évolué vers la lumière lobulaire. La zone périphérique se poursuit par une zone de connexions inter-lobulaires confluant avec de nombreuses dilatations vers le canal déférent. Cette structure nous a conduit à définir des champs d'observation répartis selon ce gradient afin de caractériser des profils de maturité gonadique.

**L'âge et la croissance** de *Merluccius merluccius* des côtes de l'Est de l'Algérie ont été estimés par la méthode indirecte qui a conduit à des résultats satisfaisants. Les valeurs observées et théoriques de la croissance linéaires et de la croissance pondérale sont très proches ce qui indique une description aisée du paramètre par le modèle de Von Bertalanffy.

L'accroissement linéaire est élevé durant la première année puis chute continuellement. La taille maximale de cette espèce est de 99,32 cm pour la population globale et qui correspond à des poids maximums qui avoisinent 1917,21 g.

La population de *Merluccius merluccius* à sexes combinés est caractérisée par une croissance majorante entre le poids éviscéré et la taille, ce qui signifie en terme de croissance, que le développement du corps (croissance pondérale) est moins que le développement de la longueur.

**La mortalité** totale a été estimée par analyse des fréquences de taille dans les captures. L'estimation de différentes mortalités naturelles, par pêche et totale, montre que cette dernière est plus élevée et il apparait que les merlus sont affectés beaucoup plus par la mortalité par pêche.

Suite aux résultats obtenus, on pourrait avancer que la population de *M. merluccius* est **surexploitée** au niveau du littoral Est algérien lors de notre période d'étude.

### *Recommandations et perspectives*

Au vu des différents résultats obtenus, une **des recommandations** à faire concernant le stock du merlu qui semble être à son maximum d'exploitation, est que l'effort doit être maintenu ou même légèrement diminué pour une exploitation durable et optimale à moindre coût.

La biomasse du stock de *Merluccius merluccius*, pourrait être encore améliorée en agissant sur la sélectivité du chalut pour réduire l'écart entre la taille de sélection et la taille à

la première maturité sexuelle. Cependant, cela ne pourrait être réalisable sans la perspective d'une étude similaire sur les autres espèces, intéressantes économiquement, associées à *Merluccius merluccius*. Reposer sur des statistiques plus fiables et exploitables si l'on veut gérer rationnellement les ressources halieutiques et assurer un développement durable du secteur de la pêche tout en veillant sur la préservation des écosystèmes et de la biodiversité.

L'ensemble de toutes les connaissances biologiques et dynamiques acquises ainsi, permettra sans doute de proposer un aménagement plus global des pêcheries dans la région Est algérienne. De même, cette étude mériterait, à notre humble avis et même si cela reste plus complexe, d'être élargie à d'autres engins de pêche hors chaluts (filets maillants fixes et lignes) afin de mieux définir et de généraliser le niveau d'exploitation de *M. merluccius* et des autres espèces accompagnatrices.

La pêche côtière algérienne cible essentiellement les juvéniles du merlu. Afin de protéger ces juvéniles, il est indispensable de localiser d'une façon précise les nourriceries, de comprendre le comportement de ces juvéniles et d'étudier la distribution et l'abondance des œufs et larve du merlu vis-à-vis des fluctuations des paramètres environnementaux.

Enfin, nous jugeons indispensable de mentionner ici, le fait que lors de nos sorties en mer sur les chalutiers et à travers nos discussions avec quelques professionnels de pêche, que ce sont toujours les mêmes zones de pêche qui sont fréquentées depuis bien longtemps. Il s'avère alors nécessaire de déplacer l'effort de pêche vers d'autres zones. Pour cela, des campagnes nationales d'évaluation et de prospection des stocks de poissons et l'établissement de nouvelles zones de pêche est une priorité urgente pour une exploitation durable.

Le grand enjeu socioéconomique de l'exploitation des ressources halieutiques en Algérie, de part l'étendue de la surface exploitable (1200Km de côtes) que de l'importance des stocks pour certaines espèces (pélagiques) peu exploitées incite à s'inscrire dans une logique de développement des sciences halieutiques et à encourager la recherche dans le domaine sur tout le littoral algérien. Pour cela, Nous appelons l'ensemble des partenaires du secteur, Professionnels, Chercheurs et Administrateurs à conjuguer leurs efforts pour faire en sorte que la réglementation soit respectée.



---

---

## *Références Bibliographiques*

---

---



### -A-

- Abella A., Auteri R., Serena F., 1995 :** - Some aspects of growth and recruitment of hake in the northern Tyrrhenian sea. *Rapport de la 1ère reunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM*. Tunis, **10**: 27-28.
- Abella A., Serena F., Ria M., 2005 :** - Distributional response to variations in abundance over spatial and temporal scales for juveniles of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, **71**: 295-310.
- Abramson N.J., 1971:** - Computer programs for fish stock assessment. *FAO, Fish. tech.*
- Adams C.E., Huntingford F.A., 1997:** - Growth, maturation and reproductive investment in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, **51**, 750-759.
- Addis P., Campisi S., Cuccu D., Follesa M.C., Murenu M., Sabatini A., Secci E., Cau A., 1998 :** - Pesca sperimentale mesobatliale con attrezzi fissi. *Biol. Mar. Medit.*, **5 (3)**: 638-648.
- Alabert B., 2005:** - Particularities of reproduction and oogenesis in teleost fish compared to mammals. *Reprod. Nutr. Dev.*, **45**: 261-279.
- Alcázar J.L., Carrasco F.J., Llera E.M., Méndez de la Moz L., Ortea J.A., Vizcaino A., 1983 :** - Biología, dinámica y pesca de la merluza en Asturias. *Recurs. Pesq. Asturias*, **3**: 134.
- Aldebert Y., 1981 :** - Contribution à la biologie du merlu du Golfe du Lion: premières données sur la croissance. *Rapp. P.V. Réun. CIEM* **27(5)**:47-48.
- Aldebert Y., Carriès J.C., 1989a :** - La croissance du merlu dans le Golfe du Lion. Méthodologie. Problèmes posés. *Report of the age-reading workshop on Mediterranean Hake and Sardine*. Palma de Mallorca, Espana, 10-15 April 1989: 66-70.
- Aldebert Y., Morales-Nin B., 1992 :** - La croissance des juvéniles du merlu dans le golfe du Lion : nouvelles méthodes d'approche. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **33**: 281-281.
- Aldebert Y. & Recasens L., 1995 :** - Estimation de la croissance du merlu dans le golfe du Lion par l'analyse des fréquences de taille. *Rapport de la Commission Internationale sur la Mer méditerranée*, **34**: 236.
- Aldebert Y., Recasens L., 1996 :** - Comparison of methods for stock assessment of European hake *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Living Resour.* **9**: 13-22.
- Aleman F., Oliver P., 1995 :** - Growth of female hake in the Balearic Sea: a proposal of new growth model with higher growth rates. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **10**: 51-52.
- Alheit J., Pitcher T.J., 1995 :** - Hake: Biology, Fisheries and Markets. *Series 15*. Chapman and Hall, London.
- Alheit J., 1986 :** - Reproductive biology of sprat, *Sprattus sprattus*: factors determining annual egg production. *Comm Meet. int. Coun. Explor. Sea CM.-ICES/H*: 58p.
- Alvarez P., Fives, J., Motos, L., & Santos M., 2004 :** - Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions. *Journal of Plankton Research*, **26**: 811-826.

## Références bibliographique

---

- Alvarez P., Motos L., Uriarte A., Engana J., 2001:** - Spatial and temporal distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. *Fisheries Research*, 50: 111-128.
- Andaloro F., Arena P., Prestipino Giarritta S., 1985 :** - Contribution to the knowledge of the age, growth and feeding of hake *Merluccius merluccius* (L. 1758) in the Sicilian channel. *FAO Fish Rep.* **336**: 93-97.
- Anderson CNK, Hsieh C.H., Sandin S.A., Hewitt R., Hollowed A., Beddington J., May RM., Sugihara G., 2008 :** - Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature* 452:835–839
- Andrade R.F., Bazzoli N., Rizzo E., Sato Y., 2001:** - Continuous gametogenesis in the Neotropical freshwater teleost, *Bryconops affinis* (Pisces: Characidae). *Tissue cell*, **33**(5): 524-532.
- Angelescu V., Gneri F.S., Nani A. 1958 :** - *La merluza del mar Argentino (Biología y Taxonomía. Sec. Mar., Serv. Hidrogr. Naval*, Buenos Aires. 228p.
- Armstrong M.J., Roel B.A., Prosch R.M., 1989 :** - Long-term trends in patterns of maturity in the southern Benguela pilchard population : evidence for density- dependence? *S. AFR. J. MAR .Sci.* 8: 91-101.
- Arneri E., Morales-Nin B., 2000 :** - Aspects of the early life history of European hake from the central Adriatic. *Journal of Fish Biology.* **56**(6):1368-1380.
- Arbault S., Lacroix-Boutin N., 1969 :** - Epoques et aires de ponte de poissons teleostéens du le Golfe de Gasconne en 1965–1966 (oeufs et larves). *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.* 3(2): 181–202.
- Athanassios-Tsikliras C., Konstantinos-Stergiou I., 2014 :** - Size at maturity of Mediterranean marà ine fishes. *Rev Fish Biol Fisheries* (2014). 24:219–268.
- Azevedo J.M.N., Homem N., 2002 :** - Age and growth, reproduction and diet of the red blenny *Parablennius ruber* (Blenniidae). *Cybiurn* 26:129–133
- Anonyme, 2012 :** Etude de la salubrité et classification des zones de pêches et d'aquaculture. *Ministre de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Rapport de contamination n°12.*

### -B-

- Bach P, Chauvelon P., 1994 :** - Relation entre la densité des microstries et le rayon de l'otolithe pour un schéma de croissance de Von Bertalanffy. *Aquat. Liv. Resour*,7: 53-55.
- Bagenal T.B., 1954 :** - The growth rate of the hake, *Merluccius merluccius* (L.), in the Clyde and other Scottish Sea areas. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 33:65-95.
- Balbontín F., Fischer W., 1981 :** - Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi*, en la costa de Chile. *Revista de Biología Marina de Valparaíso.* **17**(3): 285-334.
- Barber B.J., 1996 :** - Gametogenesis of eastern oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), and Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in disease-endemic lower Chesapeake Bay. *J. Shellfish Res.* 15, 285-290.
- Barnabe G., 1991 :** - Reproduction chez les poissons. In: Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Lavoisier Paris (Tech & Doc), 500 p.
- Baron L., 1983 :** - Les triglidés (Téléostéens, Scorpaeniformes) de la baie de Douarnenez. Croissance et reproduction de *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, *Trigloporus lastoviza*



## Références bibliographique

---

- et *Aspitrigla cuculus*. Thèse, Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, U.B.O., Brest : 124 p.
- Barry J.P., Tegner M.J., 1989** : - Inferring demographic process from size-frequence distributions: simple models indicate specific patterns of growth and mortality. *Fish Bull.* US **88**:13-19.
- Bauchot M.L., Pras A., 1993** : - Guía de los peces de mar de España y Europa. 3<sup>a</sup>ed. Omega: 432pp.
- Bauchot M.L., Pras A., 1980** : - Guide des poissons marins d'Europe. *Delachaux et Niestlé, éd. Lausanne-Paris* : 427p.
- Baum D., Laughton R., Armstrong J.D., Metcalfe N.B., 2004** : - Altitudinal variation between growth and maturation rate in salmon parr. *Journal of Animal Ecology*, **73**, 253-260.
- Beelen R., Rinchar J., Kestemont P., Micha J.C., Mendes Guimarães P., 1998** : - Etude comparative de la stratégie de reproduction du gardon (*Rutilus rutilus* L.) et de goujon (*Gobio gobio* L.) sous des conditions thermiques contrôlées : Relation entre la température et l'ovogenèse. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo* **25**, 31-43.
- Begovac P.C., Wallace R.A., 1987** : - Ovary of the pipefish, *Syngnathus scovelli*. *Journal of Morphology* **193**, 117-133.
- Begovac P.C., Wallace R.A., 1988** : - Stages of oocyte development in the pipefish, *Syngnathus scovelli*. *J. Morphol.*, **197**: 353-369.
- Belcari P., Ligas A., Viva C., 2006** : - Age determination and growth of juveniles of the European hake, *Merluccius merluccius* (L., 1758), in the northern Tyrrhenian Sea (NW Mediterranean). *Fisheries Research*, **78** : 211-217.
- Belhoucine F., 2012** : - Etude de la biologie de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (*Merluccius merluccius* L., 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zinc, Plomb et Cadmium) dans la baie d'Oran (Algérie). *Thèse de Doctorat*. Université d'Oran. 189p.
- Belloc G., 1923** : - Note sur la croissance du merlu. *Notes Mem. Off. Scient. Tech. Pêches Marit*, **21**: 1-32.
- Belloc G., 1929** : - Poissons de chalut. Etude monographique du merlu (*Merluccius merluccius*). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, **2**: 154-288.
- Belloc G., 1935** : - Etude monographique du merlu *Merluccius merluccius* L. 3<sup>ème</sup> partie, *Revue des travaux de l'Office des pêches maritimes*, **8**: 145-202.
- Belon P. 1553** : - De aquatilibus, libri duo cum eiconibus ad viam ipsorum effigiem, quoad eius fieri potuit, expressis. *Ad amplissimum Cardinalem Castillionaeum*. -pp. (1-31), 1-448. Parisiis. (Stephanus).
- Benech V., Quensiere J., 1985** : - Strategic de reproducion des poissons du lac Tchad en periode de «Tchad normal», 0966- 1(71). *Rev. Hydrooioi. Trop.*, **18**: 227-244.
- Benghali S, Mouffok S., Kherraz A., Boutiba Z., 2014** : - Some aspects on the reproductive biology of greater Forkbeard *phycis blennoides* (brünnich, 1768) in western Algerian coasts (osteichthyes, gadidae). *IJRRAS*, **19**(3).2014. Vol 19. 199-206.
- Benzohra M., 1993** : - Les structures hydrodynamiques le long des côtes Algériennes. Centre d'Océanologie de Marseille, 33p.

## Références bibliographique

---

- Benzohra M., Millot C., 1995** : - Characteristics and circulation of surface and intermediate water masses off Algeria. *Deep-sea research I*. Vol. **42**, 10, 1803-1830.
- Berlinsky D.L., Specker J.L., 1991** : - Changes in gonadal hormones during oocyte development in the striped bass, *Morone saxatilis*. *Fish physiol. Biochem.*, **9**(1): 51-62.
- Beverton R.J.H., Holt S.J., 1956** : - A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special references to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. R. éun. CIEM*, **140**: 67-83.
- Beverton R.J. H., Holt S.J., 1957** : - On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B.* (2 Sea Fish), **19**: 533p.
- Beverton R.J.H., Holt S.J., 1959** : - A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and the relationship to growth and other physiological characteristics. *Ciba Found. Colloq*; **5**: 142-177.
- Bez N., Rivoirard J., Poulard J.C., 1995** : - Approche transitive et densités de poissons. Compte rendu des journées de géostatistique, 15-16 juin 1995, Fontainebleau, France. *Cah. Géostat.* **5**: 161-177.
- Bhattacharya C.G., 1967** : - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, (23), 115-135.
- Billard R., Jalabert B., Breton B., 1972** : - Les cellules de Sertoli des poissons téléostéens. I. Etude ultrastructurale. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, **12**(1): 19-32.
- Billard R., 1979** - La gamétogenèse, le cycle sexuel et le contrôle de la reproduction chez les poissons téléostéens. *Bull. Fr. Piscic.* N° 273.
- Billard R., Breton B., 1981** : - Le cycle reproducteur chez les poissons téléostéens. *Cahiers lab. Montereau.* **12**: 43-56.
- Billard R., Fostier A., Weil C., Breton B., 1982** : - Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **39**, 65-79.
- Billard R., 1986** : - Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reprod. Nutr. Dev.*, **26**(4): 877-920.
- Billard R., 1990** : - Discussion de quelques données sur la spermatogenèse des poissons et sur l'adaptation des spermatozoïdes aux conditions de fécondation dans divers milieux. *Piscic. fr.*, **101**: 24-40.
- Billard R., Weil C., Bieniarz K., Mikolajczyk T., Breton B., Epler P., Bougoussa M., 1992** : - Testicular and some hormonal changes during the first four years of life in the mirror carp, *Cyprinus carpio* L. *J. Fish Biol.*, **41**: 473-487.
- Bjelland R.M., Skiftesvik A.B., 2006** : - Larval development in European hake (*Merluccius merluccius* L.) reared in a semi-intensive culture system. *Aquacult. Res.* **37**(11): 1117-1129.
- Blaxter J.H.S., Hunter J.R., 1982** : - The biology of clupeoid fishes. *Adv. Mar. Biol.*, **29**: 1- 223.
- Bodiguel X., 2008** : - Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe du Lion. *Thèse Doctorat.* Université Montpellier I. 190p.
- Bolger T., Connolly P.L., 1989** : - The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *J. Fish Biol.* **34**: 171-182.

- Bond C.E., 1979** : - Biology of fishes. Philadelphia. Saunders College Publishing.
- Bouaziz A., 1992** : - Le merlu (*Merluccius merluccius méditerranéus*, Cadenat, 1950) de la baie de Bou-Ismaïl: biologie et écologie. ISMAL (Alger). 85 p. Thèse de Magister en océanographie biologique.
- Bouaziz A., Bennoui A., Brahmi B., 2001** : - Sur l'estimation de l'état d'exploitation du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) de la région centre de la côte algérienne. Rapport de la Commission Internationale de la Mer Méditerranée, **36** : 243-243.
- Bouaziz A., Djabali F., Maurin C., 1998c** : - Le merlu des côtes algériennes : Identification et répartition. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35** : 139-146.
- Bouaziz A., Semroud R., Djabali F., Maurin C., 1998a** : - Estimation de la croissance du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) de la région centre de la côte algérienne par analyse des fréquences de tailles. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35** : 35-41.
- Bouaziz A., Semroud R., Djabali F., Maurin C., 1998b** : - Reproduction du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) dans la région de Bou-Ismaïl. *Cahiers Options Méditerranéennes*, **35**: 109-117.
- Bouaziz A., 2007** : - La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes Algérienne : Distribution, Biologie et estimation des biomasses. *Thèse de Doctorat d'état*; U.S.T.H.B. Alger.
- Bouhlal M. 1973** : - Le merlu des côtes nord de la Tunisie : Etude économique et biologique. *Bull.Inst. Océanogr. Pêche Salambo*, **2**(4): 579-603.
- Bouhleb M., 1975** : - Contribution à l'étude biologique et dynamique du merlu *Merluccius merluccius mediterraneus* (L. 1758) du golfe de Tunis. Thèse 3ème cycle de biologie marine, Université de Tunis, Faculté des sciences, 177 p.
- Bozzano A., Recasens L., Sartor P., 1997** : - Diet of the European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean (Gulf of Lion). *Sci. Mar.*, **61**: 1-8.
- Bozzano A., Sarda F., Rios J., 2005** : - Vertical distribution and feeding patterns of the juvenile European hake, *Merluccius merluccius* in the NW Mediterranean. *Fisheries Research* **73**:29-36
- Bradai M.N., Bouain A., 1994** : - La mer ressources et problèmes. *Association Protection de la Nature et de l'Environnement de Sfax* : 291p.
- Bradai M.N., Ounes-Ghorbel A., Bouain A., 2002** : Période de reproduction et maturité sexuelle de *Symphodus Crenilabrus* et *Tinca Labridae*, des côtes de Sfax (Tunisie). *Cybiium*, **26**(2) : 89-92p.
- Bruno I., Preciado I., Pérez N., Velasco F., Olaso I., Araujo H., Gutiérrez-Zabala J.L., 2006** : - Correlations between inter-annual variations in blue whiting, horse mackerel and European hake abundances as estimated from discards surveys and the role of these species in European hake diet in Northern Atlantic Spanish waters (ICES Subareas VIIIc and North-IXa). *ICES CM* 2006/K:30.
- Brusle S. 1982** : - Contribution à la connaissance de la sexualité des poissons téléostéens marins gonochoriques (Mugilidés) et hermaphrodites (Serranidés). Thèse Doct. d'Etat Univ. Perpignan, 360p.

## Références bibliographique

---

- Bruslé S., 1985** : - Fine structure of oocytes and their envelopes in *Chelon labrosus* and *Liza aurata* (Teleostei, Mugilidae). *Zoological science* **2**, 681–693.
- Bruslé J., Quignard J.P., 2004** : - Les poissons et leur environnement : écophysiologie et comportement adaptatifs. *Eds. Tec. et Doc., Paris* : 1475p.
- Busson-Mabillot S., 1973** : - Evolution des enveloppes de l'ovocyte et de l'œuf chez un poisson téléostéen. *J. Microsc.*, **18**: 23–44.
- Bye V.J., 1984** : - The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. In: *Fish reproduction, Strategies and Tactics* (Eds. G. W. Potts & R. J. Wootton). *Academic Press*, London. pp. 187-206.

### - C -

- Cadenat J., 1952** : - Note au sujet des merlus de la région de Dakar. *J. Cens. int. Explor. Mer*, **18**:231p.
- Cailliet G.M, Andrews A.H, Burton E.J, Watters D.L, Kline D.E, Ferry-Graham L.A., 2001** : - Age determination and validation studies of marine fishes: do deep-dwellers live longer. *Exp Gerontol* **36**: 739-764.
- Callard G.V., 1991** : - Spermatogenesis. In: *Vertebrate Endocrinology: Fundamentals and Biomedical Implications*, Vol. 4A, pp. 303–341, Academic Press, San Diego.
- Callard I.P., Klosterman L., Sorbera L.A., Fileti L.A., Reese J.C., 1989** : - Endocrine regulation of reproduction in elasmobranches: archetype for terrestrial vertebrates. *J. Exp. Zool.* **2**:12-22.
- Campana S.E., 2001**: - Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *Journal of Fish Biology* **59**:197-242
- Campbell B., Dickey J.T., Swanson P., 2003** : - Endocrine changes during onset of puberty in male Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Biology of Reproduction*, **69**, 2109-2117.
- Caporiccio B., Connes R., 1977** : - Etude ultrastructurale des enveloppes périovocytaires et périovulaires de *Dicentrarchus labrax* L. *Annales de Sciences Naturelles et de Zoologie* **19**, 351–368.
- Carrasson M., Bau M. 2003** : - Reproduction and gonad histology of *Aidablennius sphinx* (Pisces: Blenniidae) of the Catalan Sea (northwestern Mediterranean). *Scientia Marina* **67**, 61-469.
- Carreau S., Bouraima-Lelong H., Delalande C., 2012** : - Estrogen, a female hormone involved in spermatogenesis. *Adv. Med. Sci.* **57** 31-36.
- Casarino B., Motos L., 1996** : - Identification and distribution of hake *Merluccius merluccius*(L.) eggs and larvae in Bay of Biscay waters. *Annex to the first SEFOS. Annual Report*.
- Casey J., Pereiro J.A., 1995** : - European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic. In: Alheit J., Pitcher T. (eds) *Hake: Biology, Fisheries and Markets*. Chapman & Hall, London, p125-147
- Casselman J.M., 1987** : - Determination of age and growth. In: Weatherley, A.H., Gill, H.S. (Eds.), *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, Orlando, USA. 209-242pp.

## Références bibliographique

---

- Castillo Ana G.F., Garcia-Vazquez E., 2004 :** - Fine spatial structure of Atlantic hake (*Merluccius merluccius*) stocks revealed by variation at microsatellite loci. *ICES CM 2004/EE:14*.
- Cauty C., Loir M., 1995 :** - The interstitial cells of the trout testis (*Oncorhynchus mykiss*): ultrastructural characterization and changes throughout the reproductive cycle. *Tissue and Cell* **27**, 383–395.
- Cayré P., H. Farrugio, 1986 :** - Biologie de la reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'océan Atlantique. In : Proc. ICCAT Conf. International Skipjack Year Program .
- CGPM, 2013 :** - Report of the working group on stock assessment of demersal species split, croatia 5-9 november 2012. *General Fisheries Commission For The Mediterranean*. 81p.
- Chali-chabane F., 1988 :** - Contribution à l'étude biologique et dynamique de la population de *Boops Boops* (Linné, 1758) de la baie de Bou-ismail .Thèse. Magistère. ISMAL, 111p.
- Cherabi O., 1987 :** - Contribution à l'étude de la biologie de pageot commun et à la famille de Sparidae de la baie d'Alger. Thèse magistère en halieutique. U.S.T.H.B, 203p.
- Christiansen H.E., Cousseau M.B., 1971 :** - Reproduction of the Hake in the Argentine Sea. II: Hake reproduction and its relationship with others biological aspects of the species. *Bol. Inst. Biol.Mar.*, **20**: 43-75.
- Ciechowski J.D De, Christiansen H.E., 1968 :** - Un caso de hermafroditismo en la merluza *Merluccius merluccius hubbsi* (Pisces, Merlucciidae). *Physis*, **27**(75): 423-428.
- Colloca, F., A. Belluscio and G.D. Ardizzone, 2000:** - Fishing effort, catch and management of the European hake stock (*Merluccius merluccius*) in the Central Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Mediterr.* **7**(1):117-129.
- Colloca, F., M. Cardinale, F. Maynou, M. Giannoulaki, G. Scarcella, K. Jenko, J.M. Bellido and F. Fiorentino, 2013:-** Rebuilding Mediterranean fisheries: a new paradigm for ecological sustainability. *Fish and Fisheries* **14**:89-109.
- Coombs S.H., Mitchell C.E., 1982 :** - The development rate of eggs and larvae of the hake, *Merlucciu merluccius* (L.), and their distribution to the west of British Isles. *J. Cons. Int. Expl. Mer*, **40**: 119-126.
- Costa A.M., 2013 :** - Somatic Condition, Growth and Reproduction of Hake, *Merluccius merluccius* L., in the Portuguese Coast. *Journal of Marine Science*, **3**, 12-30.

### -D-

- Dawson A., 1998 :** - Seasonal reproduction, birds. In: *Encyclopedia of reproduction de la familia Rajidae en el sur del Golfo de Vizcaya*. Actas de la division VIIIc de ICES. Otoños de 1992 y 1993. *Informes Tecnicos del Instituto Español de Oceanografia.*, 64.62.
- De Magalhaes A.L.B., Ratton T.F., 2005 :** - Reproduction of the South America population of pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus) (Osteichthyes, Centrarchidae): a comparison with the European and North America populations. *Rev. Bras. Zool.*, **22**(2): 477-483.
- De Moussac G., 1986 :** - Mise en évidence de l'hermaphrodisme protogyne d'Epinephelus chlorostigma (Valenciennes, 1828) aux Seychelles (Pisces, Serranidae). *Cybium* **10**, 249-262.
- de Pontual H., Bertignac M., Battaglia A., Bavouzet G., Moguedet P., Groison A., 2003 :** - A pilot tagging experiment European hake (*Merluccius merluccius*): methodology and

- preliminary results. *ICES J. Mar. Sci.*, **60**: 1318-1327.
- de Pontual H., Groison A.L., Pineiro C., Bertignac M., 2006** : - Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES Journal of Marine Science*, **63**:1674-1681.
- De Vlaming V., 1983** : - Oocyte developmental pattern and hormonal involvements among teleosts. In: Control Processes in Fish Physiology, J. C. Rankin, T. J. Pitcher and R. T. Duggan (eds). Croom Helm, London, p. 176-199.
- Decamps P., Labastie J., 1978** : - Note sur la lecture et l'interprétation des otolithes du *démersales - sous groupe Nord. Banjul*, Gambie, 6-14 novembre 2007.
- Deniel C., Le Blanc C., Rodriguez A., 1989** : - Comparative study of sexual cycle, oogenesis and spawning of two *Solidae*, *Solea Lascaris* (Risso, 1810) and *Solea impar* (Bennet, 1831), on the western coast of Britany. *J. Fish.*, **35**: 49-58.
- Devlin RH, Nagahara Y., 2002** : - Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture* 208:191–364.
- Dickey J.P., Swanson P., 1998** : - Effects of sex steroids on gonadotropin (FSH and LH) regulation in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Journal of Molecular Endocrinology*, **21**,291-306.
- Dieuzeide R., Novella M., Roland J., 1955** : - Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Ostéoptérygiens (suite et fin). *Bul. Stat. Aquac. Pêches Castiglione*, **6** : 384 p.
- Djabali F., Boudraa S., Bouhdid A., Bousbia H., Bouchelaghem E.H., Brahmi B., Dob M., Derdiche O., Djekrir F., Kadri L., Mammasse M., Stambouli A., Tehami B., 1991** : - Travaux réalisés sur les stocks pélagiques et démersaux de la région de Béni-saf. *FAO Fisheries Report*, **447**, 160-165.
- Djabali F., Mehailia A., Koudil M., Brahmi B., 1993** : - Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga ICLARM Q.* **16**(1):35-39
- Djouahra C., Harchouche K., 2013** : - Reproduction de *Diplodus vulgaris* (Poisson Sparidés) des côtes Algériennes. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems" "CIPCA4" TAGHIT (Bechar)- ALGERIA, 19-21.
- Dodd J.M., 1983** : - Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes). In: *Fish physiology*. (Eds. Hoar, W. S., Randall, D. J. & Donaldson, E. M.). pp. 31-95. *Academic Press: New York*.
- Dodd J.M., Stumper J.P., 1984**: - Fishes. In: Marshall's Physiology of Reproduction. 4th ed., vol 1 (Eds Lamming, G. E.). p. 126. Edinburgh.
- Domínguez-Petit R., 2007** : - Study of reproductive potential of *Merluccius merluccius* in the Galician Shelf. *Doctoral Thesis*. University of Vigo (Spain).
- Dominguez-Petit R., Alonso-Fernandez A., Saborido-Rey F., 2008a** : - Reproductive strategy and oocyte recruitment process of European hake (*Merluccius merluccius*) in Galician shelf waters. *Cybium*, **32**(2): 317-318.
- Domínguez-Petit R., Korta M., Saborido-Rey F., Murua H., Sainza M., & Pineiro C., 2008b**: - Changes in size at maturity of European hake Atlantic populations in relation with stock structure and environmental regimes. *Journal of Marine Systems*, **71**(3- 4):

260-278.

**Domínguez-Petit R., Saborido-Rey F., Medina I., 2009** : - Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season, *Fish. Res.* Doi: 10.1016/j.fishres.2009.05.016. IISN. 0165-7836.

**Dos santos J.E., Bazzoli N., Rizzo E., Santos G.B., 2004** : - Reproduction of the catfish *Iheringithys labrasus* (Lütken) (Pisces, Siluriforme) in Furma reservoir, Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, **21**(2): 193-200.

**Du Buit M.H., 1996** : - Diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the Celtic Sea. *Fish. Res.*, **28**: 381- 39

**Duarte S., Araújo F.G., 2002** : - Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriforme, Loricariidae) in the lajes reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Rev. Biol. Trop.*, **50**(1): 193-197.

**Dumont J.N., Brummett A.R., 1980** : - The vitelline envelope, chorion, and micropyle of *Fundulus heteroclitus* eggs. *Gamete Research* **3**, 25–44.

**Dupont, E., 1972** : - La valeur de la méthode otolithométrique pour la détermination de l'âge du merlu méditerranéen. *Bull. Inst. R. Sci.Nat Belg.*, **48**(1): 1-15.

**Duston J, Astatkie T., MacIsaac P.F., 2003** : - Long-to-short photoperiod in winter halves the incidence of sexual maturity among Arctic charr. *Aquaculture*, **221**, 567-580.

**Dziewulska K., Domagala J., 2003** : - Histology of salmonid testes during maturation. *Soc.Biol.Report.* 3:47-61.

**Dziewulska K., Domagala J., 2005** : - Body size versus gonad maturation form in under yearling precocious males of the sea trout (*Salmo trutta m. trutta* L.). *Reproduction Development Nutrition* **46**, 689–698.

**Dziewulska, K. & Domagala, J. (2006)**. Differentiation of gonad maturation in sibling precocious males of the sea trout (*Salmo trutta morpha trutta* L.) in their first year of life. *Aquaculture* **250**, 713-725.

### -E-

**El bakali M., Talbaoui M., Bendriss A., 2010** : - Période de reproduction, sex-ratio et maturité sexuelle du Rouget de roche (*Mullus surmuletus* L., 1758) (Téléostéens, Mullidae) de la côte nord-ouest méditerranéenne du Maroc (2007-2009). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 2010, n°32 (2), 81-86.

**El Habouz H., Recasens L., Kifani S., Moukrim A., Bouhaimi, A., El Ayoubi S., 2011** : - Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. *Scientia Marina* **75**(3), 447-454.

**El-Halfawy M.M., Ramadan A.M., Mahmoud W.F. 2007** : - *Egyptian journal of aquatic research* **33**, 434–454.

**Encina L., Granado-Lorencio C., 1997** : - Seasonal changes in condition, nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus sclateri*, inhabiting a fluctuating river. *Environmental Biology of Fish.* **50**(1): 75-84.

### -F-

**FAO., 2013** : - Report of the working group on stock assessment of demersal species. 81p.

## Références bibliographique

---

- FAO., 1986 :** - Rapport du group de travail special sur les pêcheries de merlus et de crevettes profondes dans la zone nord du COPACE. IEO, Sta. Cruz de Tenerife, Sapagne.. *FAO COPACE/PACE Series 86/83*.
- Fariña, A.C. & Fernández, A., 1986 :** - Datos biológicos de la merluza del oeste de Irlanda, Informes Técnicos Instituto Español Oceanografía. 47 : 1-13.
- Faye A., 2006 :** - Profil endocrinien de mâles d'ombles (*Salvelinus fontinalis* et *Salvelinus alpinus*) en fonction ou non d'apparition de maturité sexuelle précoce. *DEA Chimie et Biochimie. Univ. Québec.Rimouski*.61p.
- Ferraton F., Harmelin-Vivien M., Mellon-Duval C., Souplet A., 2007 :** - Spatio-temporal variation in diet may affect condition and abundance of juvenile European hake in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 337 : 197-208.
- Fiorentino F., Garofalo G., De Santi A., Bono G., Giusto G.B., Norrito G., 2003 :** - Spatio-temporal distribution of recruits (0 group) of *Merluccius merluccius* and *Phycis blennoides* (Pisces, Gadiformes) in the Strait of Sicily (Central Mediterrean). *Hydrobiologia*, 503: 223-236
- Fischer A., Schneider M., & Bouchot., 1987 :** - Identification des espèces pour les besoin de la pêche Méditerranéenne et de la Mer noire : Végétaux et Invertébrés. Fiches FAO. Rome 1987, Vol 7. 371- 714.
- Fishelson L., 2003 :** - Comparison of testes structure, spermatogenesis, and spermatocytogenesis in young, aging, and hybrid cichlid fish (Cichlidae, teleostei). *J. Morphol.*, 256: 285-300.
- Fives J.M., Acevedo S., Lloves M., Whitaker A., Robinson M., King P.A., 2001:** - The distribution and abundance of larval mackerel, *Scomber scombrus* L., horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), hake, *Merluccius merluccius* (L.), and blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso, 1826) in the Celtic Sea and west of Ireland during the years 1986, 1989 and 1992. *Fisheries Research*, 50: 17-26.
- Fontana A., Le Guen J.C., 1969 :** - Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus*. *Cath. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., Vol. VII, N° 3*.
- Fontana A., 1969 :** - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et de *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe-Noire, *Cah. ORSTOM, Ser. Oceanogr.7 2:101-109*.
- Fostier A., Jalabert B., Billard R., Breton B., 1983 :** - The gonadal steroids. In: *Fish Physiology IX A (Eds.Hoar, W. S., Randall, D. J., & Donaldson, E. M.)*. 277-345.*Academic Press, New York*.
- Frihi H., 1998 :** - Etude de la structure et du fonctionnement du système phytoplanctonique dans un système marin côtier : eutrophisation de la baie d'Annaba. *Thèse de magister. Université Badji Mokhtar*, 99p.

- G -

**Gaamour A., 1999 :** - La sardinelle ronde (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) dans les eaux tunisiennes : Reproduction, croissance et pêche dans la région du Cap Bon. Thèse de Doctorat de l'université de Bretagne occidentale.

**Gabe M., 1968 :** - Techniques histologiques. *Masson & Cie Ed. Paris*, 1113 p.



- Ganias K., Somarakis S., Koutsikopoulos C., Machias A., Theodorou A., 2003** : - Ovarian atresia in the Mediterranean sardine, *Sardina pilchardus sardina*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 1327-1332.
- García-Rodríguez M., Esteban A., 2002** : - How fast does hake grow? A study on the Mediterranean hake (*Merluccius merluccius* L.) comparing whole otoliths readings and length frequency distributions data. *Sci. Mar.* 66(2):145-156.
- Gayanilo F.C., Pauly D., Sparre P., 2005** : - FISAT User's Guide. FISAT II. En ligne : <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/fisat/downloads>.
- Geistdoerfer P., 1982b** : - Rythmes biologiques et croissance des poissons dans les grandes profondeurs marines. *Oceanis*, 8, 599-609.
- Glavic K., Dobroslavic T., Bartulovic V., Matic-Skoko S., Glamuzina B., 2014** : - The Reproductive Biology of Forkbeard, *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766) (Phycidae) in the Adriatic Sea (Croatia). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 14: 165-171.
- Godinho M.L., Afonso M.H., Morgado C., 2001** : - Age and growth of hake *Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758 from the Northeast Atlantic (ICES Division IXa). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 17: 255 – 262.
- Gonçalves J.M.S., Erzini K., 1998** : - Feeding habits of the two-banded sea bream *Diplodus vulgaris* and the black sea bream (*Spondyliosoma cantharus*) (Sparidae) from the south-west coast of Portugal. *Cybium*, 22(3) : 245-254.
- Goñi R., 1983** : - Growth studies of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from the northwest African shelf. *ICES CM 1983/G* : 10 : p.16 (mimeo)
- Goñi R., Cervantes A., 1986** : - Contribución al conocimiento de la maduración sexual, época de puesta y sex ratio de la merluza europea (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) de Africa occidental. *FAO, COPACE/PACE Series 86/33*: 266–76.
- Goñi R., Pineiro C., 1988** : - Study of the growth pattern of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from the southern stock: *ICES Divisions VIIIc and IXa*.
- Goñi R., Adlerstein S., Alvarez F., Garcia M., Sánchez P., Sbrana M., Maynou F., Viva C., 2004** : - Recruitment indices of European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus 1758), in the Northwest Mediterranean based on landings from bottom-trawl multispecies fisheries. *ICES J. Mar. Sci.*, **61**: 760-773.
- Gonzales R., Olaso I., Pereda P., 1985** : - Contribucion al conocimiento de la alimentacion de la merluza (*Merluccius merluccius* L.) en la plataforma continental de Galicia y del Cantabrico. *Boletin del Instituto Espanol de Oceanografia*, 2 (3) : 49-60
- Gonzales-Tizon A., Martinez-Lage A., Ausio J., Mendez J., 2000** : - Polyploidy in a natural population of mussel, *Mytilus trossulus*. *Genome* 43, 409-411.
- Goodman S.J., 1997** : - RST CALC: A collection of computer programs for calculating unbiased estimates of genetic differentiation and determining their significance for microsatellite data. *Molecular Ecology*, **6**, 881-885.
- Goubier V., Martin M., Kokkidis M.J., Exbrayat J.M., 1997** : - Observations on ovary maturation of reared black-bass (*Micropterus salmoides* L.). An histological description of the annual reproductive cycle. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, **44**: 159-169.

## Références bibliographique

---

- Grandi G., Colombo G., 1997** : - Development and early differentiation of gonad in the European eel (*Anguilla Anguilla*): a cytological and ultrastructural study. *J. Morphol.* 231: 195-216.
- Grier H.J., Linton J.R., Leatheland J.F., De Vlaming V.L., 1980** : - Structural evidence of two testicular types in teleost fishes. *Am. J. Anat.*, **159**: 331-345.
- Grier H.J., 1981** : - Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *American Zoologist* **21**, 345-357.
- Grier H.J., Van den Hurk R., Billard R., 1989** : - Cytological identification of cell types in the testis of *Esox lucius* and *E. niger*. *Cell Tissue Research* **257**, 491-496.
- Grier H.J., 1993** : - Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. In: *The Sertoli Cell* (ed. By Russell, L. D. & Griswold, M. D.). pp. 704-730. Cache River Press, Clearwater, Florida.
- Grier H.J., Lo Nostro F., 2000** : - The Teleost germinal epithelium: a unifying concept. Proc. 6<sup>TH</sup> International Symposium Reprod. Physiol. Fish. Bergen, Norway. Norsberg *et al.*eds.
- Groman D.B., 1982** : - Histology of the striped bass. *Amer. Fisher. Soc.*, Monograph 3. growth in fish and amphibians. *J. Electron microsc. Tech.*, growth. Human Biology, 10: 181-213.
- Guichet R., 1988** : - Etude de la croissance du merlu européen (*Merluccius merluccius* L.) au cours de ses premières années. *ICES CM 1988/G: 53*.
- Guichet R., 1995** : - The diet of European hake (*Merluccius merluccius*) in the northern part of the Bay of Biscay. *ICES J. Mar. Sci.*, **52**: 21-31.
- Guichet R., 1996**. - Le merlu européen (*Meluccius merluccius* L.). *RIDRV*. 96 - 04: 55p
- Guichet R., Quero J. C., Labastie J., 1973** : - Estimation de la composition du stock du merlu au nord et à l'ouest de l'Irlande. *ICES Document*, CM 1973/G: 5
- Guijarro B., Rubio V., Valls M., González N., Ordines F., Massutí E., 2013** : - European hake, *Merluccius merluccius*. *Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée*.
- Gulland J.A., 1969** : - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie. Analyse des populations. *FAO Man. Sci.-Halieut.*, (4):160p.
- Gulland J.A., 1971**: - The fish resources of the ocean. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books), Ltd., for FAO, 255 p. *Rev. ed. of FAO Fish.Tech. Pap.*, (97): 425p.
- Gunderson D.R., Dygert P.H., 1988** : - Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 44,200-209.
- Gupta S., 1975** : - The development of carp gonads in warm water aquaria. *J. Fish Biol.*, 7: 775-782.
- Guraya S.S., 1993** : - Follicular (or oocyte) atresia and its causes and functional significance in the fish ovary. *Advances in Fish Research*, 1: 313-332.
- H-
- Hamlett W.C., Koob T.J., 1999** : - Female reproductive system. In the biology of Elasmobranch Fishes (Sharks, Skates and Rays, Eds). *Johns Hopkins Univ. Press*: 398-443.
- Harchouche K., 2006** : - Contribution a la systématique du genre *Spicara* ; Ecologie,

## Références bibliographique

---

- Biologie et exploitation de *Spicara maema* (poisson Téléostéen) des côtes Algériennes. Thèse de Doctorat d'état. USTHB Alger. 230 p.
- Harder W., 1975** : - Anatomy of fishes. Ed. Schweizerbart'sche verlagsbuchhandlung (Nagele U. Obermiller). Stuttgart.
- Heath D.D., Delvin R.H., Heath J. W., Sweeting R.M., Mckeonwn B.A., Iwama G.K., 1996** : - Growth and hormonal changes associated with precocious sexual maturation in male Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawy tscha* (Walbaum)). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 208: 239-250.
- Hickling C.F., 1927** : - The natural history of the hake. *Part I and II. Fish. Invest. Ser.II*, 10:112.
- Hickling, C.F., 1930** : - The natural history of the hake. Part III. Seasonal changes in the condition of the hake. *Fishery Investigations of Ministry of Agriculture and Fisheries. Series II*, XII (1).
- Hickling C.F., 1933** : - The natural history of hake. 4. Age determination and growth rate. U.K. Ministre of Agriculture, Fisheries and Food. *Fisheries Investigations Series 2*. **13**(2): 120 p.
- Hickling C.F., Rutenberg K.M., 1936** : - The ovary as an indicator of spawning period in fishes. *J. Mar. Biol.*, **2**: 197-532.
- Hoar W.S., 1969** : - Reproduction. In: *Fish Physiology*. Vol III. (Eds. Hoar, W. S. & Randall, D. J.). pp. 1-72. *Academic Press: New York*.
- Hoar W.S., Nagahama Y., 1978** : - The cellular sources of sex steroids in teleost gonads. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique* **18**, 893–898.
- Hojo R.E.S., Santos G.B., Bazzoli N., 2004** : - Reproductive biology of *Moenkhausia intermedia* (Eigenmann) (Lutken) (Pisces, Characiforme) In Itumbiara reservoir Goiás, Brazil. *Rev. Bras. Zool.*, **21**(3): 519-524.
- Holt S.J., 1965** : - A note on the relationship between mortality rate and the duration of life in an exploited fish population. *ICNAF Res.Bull.*, (2):73-75
- Horstman R.K., 1988** : - An investigation of the larval and postlarval fish community of the Celtic Sea, with special emphasis on the demographics of Larval Mackerel (*Scomber scombrus*). Thesis *Doctoral. Department of Zoology, University College Galway, Galway*.
- Htun-han M., 1978** : - The reproductive biology of the dab (*Limanda limanda* L.) in the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea:Seasonal changes in the ovary. *Journal of Fish Biology*, **13**: 351-359.
- Hureau J.C., 1970** : - Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (*Nototheniidae*). *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, 60, n° 1391: 244p.
- Hureau J.C., 1991** : - La base de données GICIM : Gestion informatisée des collections ichthyologiques du Muséum. p. 225-227. In Atlas Préliminaire des Poissons d'Eau Douce de France. Conseil Supérieur de la Pêche, Ministère de l'Environnement, CEMAGREF et Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.**ICES, 2006**. - Report of the Working Group on the Assessment of Hake; Monk and Megrin. (WGHMM).

## Références bibliographique

---

- ICES., 2004** : - Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels, Sukarrieta, Spain. ICES/EIFAC. ICES CM 2004 / ACFM:09.
- ICES., 2006** : - Report of the Working Group on the Assessment of Hake; Monk and Megrin (WGHMM).
- ICES., 2007** : - Report of the Working Group on the Assessment of Hake, Monk and Megrin
- ICES., 2012** : - Advances in preparing a joint assessment of European hake, *Merluccius merluccius*, stock for gfas 01, 02, 03 and 04 of the gfcms (algeria, morocco and spain). A copemed ii contribution to: gfcms-sac sub-committee on stock assessment (sacsa). working group on stock assessment of demersal species. 19pp.
- Idler D.R., Bitners I.I., Schmidt P.J., 1961** : - 11-ketotestosterone: an androgen for sockeye salmon. *Canadian Journal of Biochemistry Physiology*, 39, 1737-1742.
- Iglesias S., Dery L., 1981** : - Age and growth of hake (*Merluccius merluccius* L.) from ICES Divisions VIIIc and IXa. *ICES Document*, CM 1981/G: 38.
- Irwin D.A., Van Der Kraak G., 2012** : - Regulation and actions of insulin-like growth factors in its relationship to the permeable body surface area. *Hydrobiologia* 151, 11-28
- Iwamatsu T., Ohta T., Oshima E., Sakai S., 1988** : - Oogenesis in the medaka, *Oryzias latipes*. Stages of oocyte development. *Zool. Sci.*, 5 : 353-373.

### -J-

- Jadaud A., Mellon C., Farrugio H., Guijarro B., Valls M., Massutí E., Ordinas F., 2006** : - Stock assessment of the French-Spanish shared stock of hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions. Rome, Working Document to the General Fisheries Commission of the Mediterranean Scientific Advisory Council Working Group on the Assessment of Demersal Stocks. 28 pp.
- Jalabert B., Baroilier J.F., Breton B., Fostier A., Le Gac F., Guiguen Y., Monod G., 2000** : - Main neuro-endocrine, endocrine and paracrine regulation of fish reproduction, and vulnerability to xenobiotics. *Ecotoxicology*, 9, 25-40.
- Jacques G., Treguer P., 1986** : - Ecosystème pélagique marin. Collection d'écologie, Edition : Masson, Paris, France, 243p
- Jeffrey J.A., Taggart C.T., 2000** : - Growth variation and water mass associations of larval silver hake (*Merluccius bilinearis*) on the Scotian Shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 1728-1738.
- Jones B.W., 1974** : - World resources of hakes of the genus *Merluccius*. *Sea Fisheries Research*. 139-166.

### -K-

- Kacher M., 2004** : - Le merlu du golfe de Gascogne et de la mer celtique: croissance, répartition, écologie alimentaire et assemblages. *Thèse de Doctorat*. Université du Littoral Côte d'Opale 62930 Wimereux, 192p.
- Kacher M., Amara R., 2005** : - Distribution and growth of 0-group European hake in the Bay of Biscay and Celtic Sea: a spatial and inter-annual analysis. *Fisheries Research*, 71: 373-378.
- Kainge P., Kjesbu O.S., Thorsen A., Salvanes A.G., 2007** : - *Merluccius capensis* spawn in

## Références bibliographique

---

- Namibian waters, but do *M. paradoxus*? *Afr. J. Mar. Sci.*, **29**(3): 379-392.
- Kartas F., Quignard J.P., 1984 :** - La fécondité des poissons téléostéens. *Ed. Masson, Paris* : 117p.
- Kestemont P., 1987 :** - Etude du cycle reproducteur du goujon (*Gobio gobio* L.).1. Variations saisonnières dans l'histologie de l'ovaire. *J. appl. Ichthyol.*, **4**: 145-157.
- Kestemont P., 1989 :** - Etude du cycle reproducteur du goujon, *Gobio gobio* L. 2. Variations saisonnières dans l'histologie des testicules. *J. Appl. Ichthyol.*, **5**: 111-121.
- Kestemont P., 1990 :** - Dynamic aspects of ovogenesis in an asynchronous fish, the gudgeon *Gobio gobio* (L.) (Teleostei, Cyprinidae), under controlled temperature and photoperiodic conditions. *Aquatic Living Resour.* **3**, 61-74.
- Khan I., Hawkins B.M., Thomas P., 1999 :** - Gonadal stage-dependant effects of gonadal steroids on gonadotropin II secretion in the atlantic croaker (*Micropogonias undulatus*). *Biol. Reprod.*, **61**: 834-841.
- Khoufi W., Jaziri H., Elfehri S., Ben Meriem S., Salah Romdhane M., 2012 :** - Apport de données *in situ* pour la mise place d'indicateurs biologiques dans le cadre de la gestion du stock Tunisien de *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758). *Journal des Sciences Halieutique et Aquatique*, **5**: 161-170.
- Kinnberg K., Korsgaard B., Bjerregaard P., Jespersen A., 2000 :** - Effects of onylphenol and 17 $\beta$ -estradiol on vitellogenin synthesis and testis morphology in male platyfish *Xiphophorus maculatus*. *Journal of Experimental Biology* **203**, 171-180.
- Kjesbu, O.S. 1987 :** - Stages of oocyte maturation in the blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso, 1826) (Gadidae) *Sarsia*, **72**: 345-346.
- Kjesbu O.S., Kryvi H., Norberg B., 1996 :** - Oocyte size and structure in relation to blood plasma steroid hormones in individually monitored, spawning Atlantic cod. *J. fish biol.*, **49**: 1197-1215.
- Korichi H.S., 1988 :** - Contribution a l'étude biologique des deux espèces de Saurele : *Trachurus trachurus* (L, 1758) et *Trachurus méditerranéen* (Steidacher, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* (L, 1758) en baie de Bou-Ismaïl. *Thèse Magistère. ISMAL*, 360p.
- Kvenseth, P.G., Skiftesvik, B. & Slinde, E., 1996.** Hake-next to be farmed. In : Proceedings of the 1996 CalCOFI Symposium, Monterey, CA.
- L-
- Lagardère F., Troadec H., 1997 :** - Age estimation in common sole *solea larvea* : validation of daily increments and evaluation of a pattern recognition technique. *Marine Ecology Progress Series* **155**, 223-237.
- Lago de lanzos, A., 1993 :** - Datos de larvas de merluza (*Merluccius merluccius*) en Galicia y Cant, brico. Working Document. IEO.Vigo.
- Lago de Lanzos, A., 1980 :** - Contribution al estudio del ictioplancton del Mediterraneo occidental. *Bol. Inst. Espa. Oceano.*, **6** (**301**): 137-155.
- Lahaye J., 1972 :** - Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes de bretonnes. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **36**: 191-207.
- Lambert Y., Dutil J.D., 1997 :** - Can simple condition indices be used to monitor and

## Références bibliographique

---

- quantify seasonal changes in the energy reserves of atlantic cod (*Gadus morhua*)? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* **54**, 104-112.
- Lannin A., 2006** : - The biology, dynamics and fisheries for hake (*Merluccius merluccius*) in the waters around Ireland. *PhD thesis*, University College Cork. 182p.
- Lasserre G., 1974** : - Recherches sur la dynamique des populations des daurades royales *Sparus auratus* L régions de Sète et d'Arcachon.- Thèse Sème cycle, USTL Montpellier, 214 p.
- Laurec A., Le Guen J.C., 1981** : - Dynamique des populations marines exploitées. *Tome 1 : Concepts et modes, Rapports scientifiques et techniques CNEXO*, 45.
- Le Duff M., Quiniou L., Déniel C., 1996** : - Cinétique de l'ovogenèse et stratégie de ponte chez la limande, *Limanda limanda*, en mer d'Iroise et en Manche orientale. *Aquat. Living Resour.*, 9 : 249-256.
- Leclaire L., 1972** : - La sédimentation holocène sur le versant Méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). *Tome XXIV*. Edition de Muséum, Paris, France, 391p.
- Legendre M., Jalabert B., 1988** : - Physiologie de la reproduction. In: Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains. Lévêque C., Bruton M.N. et Ssentongo G.W. Eds. ORSTOM Paris, pp. 153-187.
- Letcher B.H., Terrick T.D., 1998** : - Maturation of male age-0 Atlantic salmon following a massive, localized flood. *Journal of Fish Biology*, 53,1243-125
- Linnaeus, C., 1758** : - *Systema Naturae per Regna Tria Naturae secundum Classes, Ordinus*.
- Lo Nostro P, Fratoni L, Ninham BW, Baglioni P., 2000** : - Water absorbency by wool fibers: Hofmeister effect. *Biomacromolecules* ;3:1217 –1224.
- Lo Nostro F.L., Grier H., Mejjide F.J., Guerrerro G.A., 2003** : - Ultrastructure of the testis in *Synbranchus marmoratus* (Teleostei, Synbranchidae): the germinal compartment. *Tissue Cell*, **35**: 121-132.
- Lubet P., Streiff W., 1982** : - Neuroendocrine control of reproduction in molluscs. *Journal of Physiology (Paris)*, **78**, 537-542.
- Lucio P., Murua H., Santurtun M., 2000** : - Growth and reproduction of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay during the period 1996 –1997. *Ozeanografika*, **3**: 325–354.
- Luksiene D., Sandström O., 1994** : - Reproductive disturbance in a roach (*Rutilus rutilus*) population affected by cooling water discharge. *Journal of Fish Biology* **45**, 613–625.
- Luksiene D., Sandström O., Lounasheimo L., Andersson J., 2000** : - The effects of thermal effluent exposure on the gametogenesis of female fish. *Journal of Fish Biology* **56**, 37–50.
- Lundy C.J., Rico C., Hewitt G.M., 2000** : - Temporal and spatial genetic variation in spawning grounds of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. *Molecular Ecology*, **9**:2067-2079.

-M-

- Macchi G.J., Pájaro M., Ehrlich M., 2004** : - Seasonal egg production pattern of the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fish. Res.*, 67: 25-38

## Références bibliographique

---

- Magnusson I.V., 1998 :** - Age, maturity and other biological parameters of two morid species *Lepidion eques* (Günther, 1887) and *Antimora rostrata* Günther, 1878, in Icelandic waters. ICES, CM 1998/0:32, 22p.
- Magnusson Jv., Magnusson I., 1995 :** - The distribution, relative abundance, and biology of the deep-sea fishes of the Icelandic slope and Reykjanes ridge. In Deep-water fisheries of the North Atlantic oceanic slope, vol. 296 (ed. AG. Hopper), Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 161-199.
- Mahé K., Amara R., Bryckaert T., Kacher M., Brylinski J.M., 2007 :** - Ontogenetic and spatial variation in the diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the bay of Biscay and the Celtic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **64**: 1210-1219.
- Mahé K., Destombes A., Coppin F., Koubbi P., Vaz S., Le Roy D., Carpentier A., 2005 :** - Le rouget barbet de roche *Mullus surmuletus* (L. 1758) en Manche orientale et mer du Nord. *Rapport de Contrat IFREMER/CRPMM Nord-Pas-de-Calais*, 187p.
- Malservisi A., Magnin E., 1968 :** - Changements cycliques annuels se produisant dans les ovaires de *Perca fluviatilis flavescens* de la région de Montréal. *Le Naturaliste canadien*, **95**:929-945.
- Manni L., Rasotto M.B., 1997 :** - Ultrastructure and histochemistry of the testicular efferent duct system and spermiogenesis in *Opisthognathus whitehurstii* (Teleostei, Trachinoidei). *Zoomorphol.*, **177**: 93-102.
- Martin I., 1991:** - A preliminary analysis of some biological aspects of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. C.M. 1991/G: 54: 14p
- Matallanas J., Oliver P., 2003 :** - Merluzas Del Mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. *F.A.O.*
- Matsuyama M., Nagahama Y., Matsuura S., 1991 :** - Observations on ovarian follicle ultrastructure in the marine teleost, *Pagrus major*, during vitellogenesis and oocyte maturation. *Aquaculture*, **92**: 67-82.
- Mattei X., Siau Y., Thiaw O. T., Thain D., 1993 :** - Peculiarities in the organization of testis *Ophidion* sp. (Pisces Teleosts). Evidence for two types of spermatogenesis in teleost fish. *Journal of Fish Biology* **43**, 931–937.
- Maurin C., 1962 :** - Etude des fonds chalutables de la méditerranée occidentale (écologie et pêche). Résultats des campagnes des navires océanographiques «président -Théodore-Tissier» 1957 à 1960 et «Thalassa» 1960 et 1961. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **26**(2): 163-220.
- Maurin C., 1954 :** - Les merlus du Maroc et leur pêche. *Bulletin de l'Institut des Pêches Maritimes du Maroc*, Casablanca, **2**: 7-65.
- Maurin C., 1968 :** - Les merlus des côtes nord et nord-ouest d'Afrique (Atlantique et Méditerranée). *Ph.D. Thesis*, Université de Nancy, France. Meneses 99.
- Mayer I., Shackley S.E., Ryland J.S., 1988 :** - Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. I. An histological and histochemical study of oocyte development. *J. Fish Biol.*, **33**: 609–622.
- Maynou F., Leonart, J., Cartes J.E., 2003 :** - Seasonal and spatial variability of hake (*Merluccius merluccius*, L.) recruitment in the NW Mediterranean. *Fish. Res.*, **60**: 65-78.

## Références bibliographique

---

- Maynou F., Olivar M.P., Emelianov M., 2006 :** - Patchiness of eggs, larvae and juveniles of European hake *Merluccius merluccius* from the NW Mediterranean. *Fish. Oceanogr.*, **15**: 390-401.
- Mazon M.J., Zanuy S., Carillo M., Gomez A., 2011 :** - Use of somatic gene transfer for studying gonadotropin actions on spermatogenesis in european sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Indian J. Sci. Technol.* , 4 143-144.
- McMillan D.B., 2007 :** - Fish Histology: Female Reproductive Systems. p. 598. Springer, Dordrecht (Netherlands).
- Mellinger J., 2002 :** - Sexualité et reproduction des Poissons. CNRS edition, Paris, 349p.
- Mellon-Duval C., De Pontual H., Métral L., Quemener L., 2010 :** - Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, **67**: 62-70
- Meriel-Bussy M., 1966 :** - La croissance du merlu dans le golfe de Gascogne. ICES Document CM.1966/G:17. 5p.
- Meriel-Bussy M., 1966 a :** - La maturité sexuelle du merlu dans le golfe de Gascogne. - C.I.E.M. CM./G, 16 : 4 p.
- Meriel-Bussy M., 1966 b :** - La croissance du merlu dans le golfe de Gascogne. - C.I.E.M. CM/G, 17 : 2p.
- Meriel-Bussy M., 1966 c :** - Le merlu du golfe de Gascogne. Répartition bathymétrique saisonnière et composition du stock. C.I.E.M. CM./G, 18 : 4 p.
- Millán M., 1999 :** - Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain), *Fish. Res.* 41. 73-86.
- Millot C., Taupier-Letage I., 2005 :** - Circulation in the Mediterranean Sea. The Handbook of Environmental Chemistry, Vol1 (The Natural Environment and the Biological cycles), Springer- Verlag Editor.
- Millot C., 1985 :** - Some features of Algerian current. *J. Geophys. Res.*, Vol. 90 N°7: 7169-7176.
- Millot C., 1987 :** - Circulation in the western Mediterranean Sea. *Oceanog. Acta.* **10**(2): 144-149.
- Millot C., 1989 :** - La circulation générale en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances et projets d'études. *Annales de géographie*, n° 459, XXVIII
- Miura T., Yamauchi K., Takahashi H., Nagahama Y., 1991:** - Hormonal induction of all stages of spermatogenesis *in vitro* in the male Japanese eel (*Anguilla japonica*). *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **88**: 5774-5778.
- Miura T, Ando N., Miura C, Yamauchi K., 2002:** - Comparative studies between *in vivo* and *in vitro* spermatogenesis of Japanese eel (*Anguilla japonica*). *Zool. Sci.*, **19**: 321329.
- Miura T, Higuchi M., Ozaki Y., Ohta T., Miura C., 2006 :** - Progesterin is an essential factor for the initiation in spermatogenetic cells of the eel. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **103**: 7333-7338.
- Miura T., 1999 :** - Spermatogenetic cycle in fish. In: Encyclopedia of reproduction. E. Knobil, J.D. Neill Eds. Vol 4. Academic Press, New York, pp. 571-578.
- Montserrat N., Gonzalez A, Mendez E., Piferrer F., Planas J.V., 2004 :** - Effect of



## Références bibliographique

---

- follicle stimulating hormone on oestradiol-17 $\beta$  production and P-450 aromatase (CYP19) activity and mRNA expression in brown trout vitellogenic ovarian follicles *in vitro*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **137**: 123-131.
- Morales-Nin B., Aldebert Y., 1997** : - Growth of juvenile *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on otolith microstructure and length-frequency analysis. *Fisheries Research*, **30**: 77-85.
- Morales-Nin B., Tores G.J., Lombarte A., Recasens L., 1998** : - Otolith growth and age estimation in the European hake. *J. of Fish Biol.*, **53**: 1155-1168.
- Morales-Nin B., 2000** : - Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.*, **46**: 57-63.
- Morales-Nin B., Moranta J., 2004** : - Recruitment and post-settlement growth of juvenile *Merluccius merluccius* on the western Mediterranean shelf. *Sci. Mar.*, **68**: 399-409.
- Morita K., Morita S.H., 2002** : - Rule of age at maturity: individual variation in the maturation history of resident white-spotted charr. *Journal of Fish Biology*, **61**, 1230-1238.
- Motos L., Alvarez P., Uriarte A., 2000** : - Hake (*Merluccius merluccius* (L.)) spawning in the Bay of Biscay during winter 1995. *Oceanol. Acta*, **21** (2): 117-128.
- Munakata A., Amano M., Ikuta K., Kitamura S., Aida K., 2001** : - The involvement of sex steroid hormones in downstream and upstream migratory behavior of masu salmon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, **129**, 661-669
- Murua H., Saborido-Rey F., 2003** : - Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **33**: 23-31.
- Murua H., Motos L., 2006** : - Reproductive strategy and spawning activity of the European hake, *Merluccius merluccius* (L.), in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, **69**: 1288-1303.
- Murua H., Motos L., Lucio P., 1998** : - Reproductive modality and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius* L.) in the bay of Biscay. *CalCOFI Rep.*, **39**: 196-203.
- Murua H., Lucio P., Santurtún M., Motos L., 2006** : - Seasonal variation in egg production and batch fecundity of European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, **69**: 1304-1316.

### -N-

- Nagahama Y., 1983** : -The functional morphology of teleosts gonads. In: Fish physiology. Hoar W.S., Randall D.J. and Donalson E.M. eds., vol. IXA. London: Academic Press, pp. 223-275.
- Nagahama Y., 1986** : -Testis. In: Vertebrate endocrinology: fundamentals and biomedical implication. Pang P.K.T., Schreibman M.P., Gorbman A. eds., vol. I. New York: Academic Press, pp. 399-437.
- Nagahama Y., 1994** : - Endocrine regulation of gametogenesis in fish. *Int. J. Dev. Biol.*, **38**: 217-229.
- Nagahama Y., 1997** : - 17 $\alpha$ ,20 $\beta$ -dihydroxy-4-pregnen-3-one, a maturation-inducing hormone in fish oocytes: mechanisms of synthesis and action. *Steroids*, **62**: 190-196.

**Nash J., Kime D.E., Van der ven L., Wester P., Brion F., Maack G., Stahlschmidt-Allner P., Tyler C.R., 2004** : - Environmentally relevant concentrations of the pharmaceutical, ethinyl-oestradiol, impact fish populations *Environ Health Perspect*, 112(17):1725-33.

**Nelson J. S. 2006** : - *Fishes of the World*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, NY. xix+601 p.

**Nikolsky G.V., 1963** : - *The Ecology of Fishes*. Academic Press. 352pp.

### - O -

**O'Brien, B., 1986** - The distribution and community structure of larval and postlarval fish and chaetognaths off the West Coast of Ireland. *Thesis Doctoral*. University College Galway.

**Olivar M.P., Quílez G., Emelianov M., 2003** : - Spatial and temporal distribution and abundance of European hake, *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the Catalan coast (NW Mediterranean). *Fish. Res.*, **60**: 321-331.

**Oliver P., Massuti E., 1995** : - Biology and fisheries of western Mediterranean hake (*M.merluccius*). In : Alheit J., Pitcher T. (eds) *Hake : Biology, Fisheries and Markets*. Chapman & Hall, London, p 181-202.

**Oliver P., Gaza., Morillas A., 1990** : - Crecimiento de *Merluccius merluccius* L. de las Islas Baleares mediante analisis de la progression modal. *II Jornadas del Medi mbient de les Balears*: 175p.

**Oliver P., 1991** : - Dinámica de la población de merluza (*Merluccius merluccius* L.) de Mallorca (Reclutamiento, Crecimiento y Mortalidad). *Doctoral thesis*. University of Baleares. Palma de Mallorca. 392p.

**Oliver P., Massuti E., 1995** : - Biology and fisheries of western Mediterranean hake (*M.merluccius*). In : Alheit J., Pitcher T. (eds) *Hake : Biology, Fisheries and Markets*. Chapman & Hall, London, p 181-202.

**Olsén K.H., Jarvi J.T., Petersson E., Kroon F., 1998** : - Spawning behaviour and sex hormone levels in adult and precocious brown trout (*Salmo trutta*) males and the effect of anosmia. *Chemoecology*, **8**, 9-17.

**Orsi Relini L., Fiorentino F., Zamboni A., 1989b** : - Nurseries del nasello Mediterraneo: dove, quando, perchè. *Nova Thalassia* **10**(Suppl.1):407-416.

**Orsi-Relini L., Cappanera M., Fiorentino F., 1989a** : - Spatial-temporal distribution and growth of *Merluccius merluccius* recruits in the Ligurian sea, observations on the 0 group. *Cybium*, **13**(3): 263-270.

**Orsi-Relini L., Papaconstantinou C., Jukic-Peladic S., Souplet A., Gil de Sola L., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M., 2002** : - Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (Osteichthyes : Gadiformes) based on six years monitoring by trawl surveys : some implications for management. *Sci. Mar.*, **66**(Suppl.2): 21-38.

**O'Shaughnessy P.J., Morris I.D, Huhtaniemi I, Baker P.J., Abel M.H., 2009** : - Role of androgen and gonadotrophins in the development and function of the Sertoli cells and Leydig cells: Data from mutant and genetically modified mice. *Molecular and Cellular Endocrinology* **306**: 2-8.

## Références bibliographique

---

**O'Shaughnessy P.J., Verhoeven G De G.K., Monteiro A., Abel M.H., 2010** : - Direct action through the sertoli cells is essential for androgen stimulation of spermatogenesis. *Endocrinology* 151 2343-2348.

**Ounissi M., Frehi H., Khelifi-Touhami M., 1998** : - Composition et abondance du zooplancton en situation d'eutrophisation dans un secteur côtier du golfe d'annaba (algérie). *Ann.Inst.Océanogr.*,Paris, 74:13-28.

### -P-

**Papaconstantinou C., Stergiou K.I., 1995** : - Biology and fisheries of hake, *Merluccius merluccius* L. 1758, in the eastern Mediterranean. p. 149-180. In J. Alheit and T.J. Pitcher (eds.) Hake, fisheries products and markets. Fish and Fisheries Series 15. Chapman and Hall, London.

**Papaconstantinou C., 2000** : - The biology and the management of hake (*Merluccius merluccius*) in the new paper; to be presented at W G on Demersals Sete 21-23 March 2000.

**Parenti L.R., Grier H.J., 2004** : - Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. *Integr. Comp. Biol.*,**44**: 333-348.

**Patiño R., Sullivan C.V., 2002** : - Ovarian follicle growth, maturation, and ovulation in teleost fish. *Fish Physiol. Biochem.*, **26**: 57-70.

**Patiño R., 1995** : - Gonads. In: An atlas of fish histology, normal and pathological features.

**Patzner R., Glechner R., Riehl R., 1994** : - The eggs of native fishes. 9. Streber *Zingel streber* Siebold, 1863 (Percidae). *Österr. Fisch.*, **47**:122-125.

**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.

**Pauly D., 1994** : - On the sex of fish and the gender of scientists. Chapman and hall, London.

**Pauly D., Moreau J., 1997** : - Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Collection POLYTECH de l'I.N.P. de Toulouse, Cépaduès-Editions, France. 288p.

**Pereiro F.J., Sánchez F., Fontenla J., 1991** : - Hake recruitment in the southern stock (ICES Divisions VIIIc and IXA). *ICES Doc. CM* 1991/52, 17p.

**Pérez N., Pereiro F.J., 1981** : - First data on sexual maturation and sex-ratio of hake VIII C. And IX a. *ICES C.M.* 1981/G, 37.

**Pérez N., Pereiro F.J., 1985** : - Aspecto de la reproducción de la merluza (*Merluccius merluccius*L.) de la plataforma gallega y cantabrica. *Bol. Inst. Esp.Oceanogr.* **2**(3): 39-47.

**Pergent G., Semroud R., Robert P., 1990** : - Inventaire des richesses écologiques littorales de la région d'El Kala (Algérie) en vue de l'extension du parc national du domaine maritime.1- Etude préliminaire. Contrat projet n° 9112-3 UICN / PNPC, Fr. : 1-49.

**Petersen., 1891** : - Fiskeribiologiske forhold I holboek fjord 1890-1891. *Beretn. Minist. Landbr. Fisk. dan. biol. Stn.*, 1, 121-183.

**Piñeiro C., Saínza M., 2003** : - Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*, **60**: 1086-1102.

## Références bibliographique

---

- Piñeiro C., Pereiro J.A., 1993** : - Study on juvenile growth pattern of European hake (*Merluccius merluccius* L.) using whole otoliths and length frequency distributions from commercial catches and groundfish surveys. *ICES, Demersal Fish Committee C.M* 1993/G: 12.
- Piñeiro C., Hunt J.J., 1989** : - Comparative study on growth of European hake (*Merluccius merluccius* L.) from southern stock using whole and sectioned otoliths, and length frequency distributions. *ICES C.M* 1989/G: 37. 16p.
- Piñeiro C., Rey J., de Pontual H., Goni R., 2007** : - Tag and recapture of European hake (*Merluccius merluccius* L.) off the Northwest Iberian Peninsula: first results support fast growth hypothesis. *Fish. Res.* **88**(1-3): 150-154.
- Planas J.V., Athos J., Goetz F.W., Swanson P., 2000** : - Regulation of steroidogenesis *in vitro* by follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone during sexual maturation in salmonid fish. *Biol. Reprod.*, **62**: 1262-1269.
- Pothin K., Tessier E., Chabanet P., Lecomte-Finiger R., 2006** : - Larval life history traits and larval growth of gnathodentex aurolineatus (lethrinidae) before and after settlement in a sandy bay of reunion island (sw indian ocean). *Cybiu* 30, 27–33.
- Prisco M., Liguoro A., D'onghia B., Ricchiari L., Andreuccetti P., Angelini F., 2002**: - Fine structure of Leydig and Sertoli cells in the testis of immature and mature spotted ray *Torpedo marmorata*. *Mol. Reprod. Dev.*, **63**: 192-201.
- Prolonge-Chevalier C, 2007** : - Étude histologique du développement sexuel de l'apron du Rhône *Zingel asper* L., percidé endémique menacé d'extinction. *Thèse de doctorat. Ecole Pratique des Hautes Etudes*. 211pp.
- Pudney J., 1995** : - Spermatogenesis in nonmammalian vertebrates. *Microsc. Res. Tech.*, **32**: 459-497.
- Pudney J., 1996** : - Comparative cytology of the Leydig cell. In: *The Leydig Cell*. (Eds Payne, A., Hardy, M. P. & Russel, L. D.). pp. 97–142. Cache River Press, Vienna.
- Q -
- Quero J.C., Vayne J.J., 1997** : - Les poissons de mer des pêches françaises. *Delachaux & Niestlé*, eds, 304p.
- R -
- Rahman M.D.S., Takemoura A., Takano K., 2000** : - Annual change in testicular activity And plasma steroid hormones in the golden rabbitfish *Siganus guttatus* (Bloch). *Fisheries Science*, 66, 894-900.
- Raizada A.K., 1975** : - The testicular cycle of a Percoid teleost. *Gegenbaurs morphol. Jahrb.*, **121**(1): 77-87.
- Ravaglia M.A., Maggese M.C., 2003** : - Ovarian follicle ultrastructure in the teleost *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795), with special reference to the vitelline envelope development. *Tissue Cell*, **33**: 9-17.
- Recasens L., 1992** : - Dinamica de poblaciones i pesqueria del lluc (*Merluccius merluccius*) al Golfo de Leon i la mar Catalana. *Ph.D. Thesis*, Universitat de Barcelona : 398p
- Recasens L., Lombarte A., Morales-Nin B., Torres G.J., 1998** : - Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, **53**: 387-401.

## Références bibliographique

---

- Recasens L., Chiericoni V., Belcari P., 2008** :- Spawning pattern and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the western Mediterranean. *Sci. Mar.*, **72**: 721-732.
- Ricker W.E., 1971** : - Methods for Assessment of fish Production in Fresh Waters IBP. Handbook. 348p.
- Ricker W.E., 1980** : - Calcul et interprétation des statistiques biologique des populations de poissons. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 409p.
- Rijnsdorp A.D., Ibelings B., 1989** : - Sexual dimorphism in the energetics of reproduction and growth in North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*, L). *J. Fish. Biol.* 35: 401-4115.
- Rikhter V.A., Efanov V.N., 1976** : - On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.*, 76/VI/8:12p.
- Rinchar J., Kestemont P., 1996** : - Comparative study of reproductive biology in single and multiple-spawner cyprinid fish. I. Morphological and histological features. *J. Fish Biol.* 49, 883-894.
- Rinchar J., Poncin P., Kestemont P., 1998** : - Croissance ovocytaire et régulation stéroïdienne chez les poissons à pontes unique et multiple: une revue. *Ann. Limnol.*, **34**(2): 211-225.
- Robles R., Periero J.A., Fernandez A.M., Garcia, J.M., 1975** : - Estudios de cartografía, selectividad y marcado de merluza europea, *Merluccius merluccius* L., frente al litoral Gallego. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 190: 39p.
- Roff D.A., 1984** : - The evolution of life history parameters in teleosts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41, 989-1000.
- Roldán M.I., García-Marín J.L., Utter F.M., Pla C., 1998** : - Population genetic structure of European hake, *Merluccius merluccius*. *Heredity*, 81: 327-334
- Russo A., Angelini F., Carotenuto R., Guarino F.M., Falugi C., Campanella C., 2000** : - Spermatogenesis in some Antarctic teleost from the Ross Sea: histological organisation of the testis and localisation of bFGF. *Polar. Biol.*, 23(4): 279-287.
- Rutaisire J., Muwazi R.T., Booth J., 2006** : - Ultrastructure description of spermiogenesis and spermatozoa in *Labeo victorianus* Boulanger, 1901 (Pisces: Cyprinidae). *Afr. J. Ecol.*, **44**: 102-105.
- Rutaisire J., Muwazi R.T., Booth J., 2003** : - Structure and cytology of the testes of *Labeo victorianus* (Pisces: Cyprinidae). *Afr. Zool.*, **38**(1): 119-126.
- S -**
- Saat T., 1993** : - The morphology of oocytes final maturation and fertilization in fish. In: Physiological and biochemical aspects of fish development (*Walther B.T., Fyhn H.J., eds.*) Norway: Univ. of Bergen, pp. 71-85.
- Saber E., Xu Y., Tekalp A., 2005** : - Partial shape recognition by sub-matrix matching for partial matching guided image labeling. *Pattern Recognition*, 38 (10), 1560-1573.
- Sailla S.B., Recksiek C.R., Prager H., 1988** : - Basic fishery science programs. Elsevier, *Dev. Aquacult. Fish. Sci.*, 18 : 1-231.
- Samb B., 1990** : - News from Senegal. *Fishbyte* 8 (2) : 1-32.
- Sánchez F., Gil J., 2000** : - Hydrographic mesoscale structures and Poleward Current as a

## Références bibliographique

---

- determinant of hake (*Merluccius merluccius*) recruitment in the southern Bay of Biscay. *ICES J.*
- Sangalang G.B., Freeman H.C., 1974 :** - Effects of sublethal cadmium on maturation and testosterone and 11-ketotestosterone production in vivo in brook trout. *Biology of Reproduction*, 11,429-435.
- Sange- Sambroni E., 2013 :** - Contribution à l'étude du rôle et du mode d'action de Fsh et de Lh chez la truite. *Thèse / Université De Rennes1, sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne*.148p.
- Santos H.B., Rizzo E., Bazzoli N., Sato Y., 2003 :** - Apoptosis in the involution of postovulatory follicles of *Leporinus taeniatus* Lütken, 1874 (Pisces: Anostomidae) submitted to the induced spawning. XIX Congress of the Brazilian Society for Microscopy and Microanalysis. *Acta Microscopia*, 12 (B).
- Santos H.B., Rizzo E., Bazzoli N., Sato Y., Moro L., 2005a :** - Ovarian regression and apoptosis in the South America teleost *Leporinus taeniatus* Lütken (Characiforme, Anostomidae) from the São Francisco Basin. *J. Fish Biol.*, **67**: 1446-1459.
- Santos R.N., Andrade C.C., Santos L.N., Santos A.F.G.N., Araujo F.G., 2006 :** - Testicular maturation of *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier) (Actinopterygii, Characidae) in a Brazilian reservoir. *Braz. J. Biol.*,66(1A): 143-150.
- Sarano 1986 :** - Cycle ovarien du merlu *M. merluccius*, poisson a ponte fractionnée. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes* **48**: 65-76.
- Sarano F., 1983 :** - La reproduction du merlu *Merluccius merluccius* (L), Cycle ovarien et fécondité. Cycle sexuel de la population du golfe de Gascogne. *Thèse de doctorat*, Université de Poitier : 305p
- Savenkoff C, Martin C, 2003 :** - L'écosystème de nord de golfe de Saint-laurant (Milieu des années 1980). *Le naturaliste canadien*, vol 127 (1)- Hiver 2003, 212p.
- Saville A., 1977 :** - Survey methods of appraising fisheries resources. *FAO Fish. Tech. Pap.* (ed.), (171):76 p.
- Schulz R.W., Miura T., 2002 :** - Spermatogenesis and its endocrine regulation. *Fish Physiol. Biochem.*, **26**: 43-56.
- Schulz RW, Dijk W., Bogerd J., 2003 :** - Sertoli cell proliferation and FSH signalling in Africacatfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Physiology and Biochemistry* 28 223.
- Schulz R.W., Menting S., Bogerd J., França L.R., Vilela D.A.R, Godinho H.P., 2005 :** - Sertoli cell proliferation in adult testis—evidence from two fish species belonging to different orders. *Biol. Reprod.*, 73: 891-898.
- Schulz R.W., de Franca L.R., Lareyre J.J., LeGac F., Chiarini-Garcia H., Nobrega R.H., Miura T., 2010 :** - Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology* 165 390-411.
- Selman K., Wallace R.A., 1989 :** - Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zool. Sci.*, **6**: 211-231.
- Selman K., Wallace R.A., Player D., 1991 :** - Ovary of the seahorse, *Hippocampus erectus*.*Journal of Morphology* **209**, 285–304.
- Silva L., Vila Y., Acosta J.J., Tornero J., 2007 :** - Size at first maturity in European hake: estimates based on different maturity criteria. Working Document (WD10) presented to

## Références bibliographique

---

- the Workshop on Sexual Maturity Staging of Hake and Monk (WKMSHM), 21-24 November 2007, Lisbon, Portugal. ICES Document CM 2007/ACFM:34. 82 pp.
- Skaar K.S., Nobrega R.H., Magaraki A., Olsen L.C., Schulz R.W., Male R., 2011 :** - Proteolytically Activated, Recombinant Anti-Mullerian Hormone Inhibits Androgen Secretion, Proliferation, and Differentiation of Spermatogonia in Adult Zebrafish Testis Organ Cultures. *Endocrinology* 152 3527-3540.
- Sokolowska E., Kulczykowska E., 2006 :** - Annual reproductive cycle in two free living populations of three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.): patterns of ovarian and testicular development. *Oceanologia*, **48**(1): 103-124.
- Sparre, P., 1987 :** - Computer Programs for Fish Stock Assessment: Length-Based Fish Stock Assessment for Apple II Computers. *Food and Agriculture Organization*, Rome, ISBN-13: 9789251025949: 218p
- Sparre P., Venema S.C., 1992 :** - Introduction to Tropical Fish Stock Assessment, part 1- Manual, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, *FAO Fisheries Technical Paper* 306/1, 376p.
- Sparre P., Venema S.C., 1996 :** - Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel FAO. *Document technique sur les pêches numéro 306/2 Rev.1*, Rome : 106p. Deuxième partie: exercice.
- Specker J.L., Berlinsky D.L., Bibb H.D., 1987 :** - Oocyte development in striped bass: factors influencing estimates of age at maturity. *American Fisheries Society Symposium*, **1**:162-174pp.
- Stahl A., Leray C., 1961 :** - L'ovogenèse chez les poissons téléostéens. *Archives d'Anatomie microscopique* **50**, 251-267.
- Stehr C.M., Hawkes J.W., 1983 :** - The development of the hexagonally structured egg envelope of the C-O sole, (*Pleuronichthys coenosus*). *Journal of Morphology* **178**, 267-284.
- Swan S.C., Geffen A.J., Morales-Nin B., Gordon J.D.M., Shimmield T., Sawyer T., Massuti E., 2006 :** - Otolith chemistry: an aid to stock separation of *Helicolenus dactylopterus* (bluemouth) and *Merluccius merluccius* (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *ICES J. Mar. Sci.* **63**(3): 504-513.
- Swanson P., Bernard M., Nozaki M., Suzuki K., Kawauchi H., Dickhoff W.W., 1989 :** - Gonadotropins I and II in juvenile coho salmon. *Fish Physiology and Biochemistry* **7** 169-176.
- Swanson P., Suzuki K., Kawauchi H., Dickhoff W.W., 1991:** - Isolation and *Syngnathus scovelli*. *J. Morphol.*, **197**: 353-369.

### - T -

- Takashima F., Hibiya T., 1995 :** - An Atlas of Fish Histology: normal and pathological features. (Eds, Takashima, F. & Hibiya, T). p. 195. Fischer, Stuttgart.
- Tanaka S., Shepard M.P., Bitton H.T., 1969 :** - Origin of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in offshore waters of the North Pacific in 1956-1958 as determined from scale studies. *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.* **26**:57-155.
- Taranger G.L., Haux C., Stefansson S.O., Bjornsson B.T, Walther B.Th., Hansen T., 1998:** - Abrupt changes in photoperiod affect age at maturity, timing of ovulation and

## Références bibliographique

---

- plasma testosterone and oestradiol-17- profiles in Atlantic salmon, *Salma salar*. *Aquaculture* , 162, 85-98.
- Taylor C.C., 1958** : - Croissance de la morue et la température. *J. du Conseil International pour l' Exploration de la mer.* 23, 366-370.
- Taylor, C.C., 1960** : - Temperature, growth and mortality - the Pacific cockle. *J. Cons. CIEM*, 26:
- Thome R.G. Bazzoli N., Rizzo E., Santos G.B., Ratton F.R., 2005** : - Reproductive  
**Tomlinson P. K. & Abramson N. S., 1961.** - Fitting on a Von Bertalanffy growth curve by least squares including tables of polynomials. *Fish. Bull.*, 116 : 69p.
- Treasurer J.W., Holliday G.T., 1981** : - Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of the reproductive cycle. *J. Fish Biol.*, 18:359-376.
- Tsimendis N., Papaconstantinou C., 1985** : - A preliminary study of the fecundity of the hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) in the Greek Seas. *Investigación Pesquera.* 49(1): 55-59.
- Tveiten H., Mayer I., Johnsen H.K., Jobling M., 1998** : - Sex steroids , growth and condition factor of Arctic charr broodstock during an annual cycle. *Journal of Fish Biology*, 53, 714-727.
- Tyler C.R., Sumpter J.P, Kawauchi H., Swanson P., 1991** : - Involvement of gonadotropin in the uptake of vitellogenin into vitellogenic oocytes of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *General and Comparative Endocrinology* 84 291-299.
- Tyler C.R., Sumpter J.P., 1996** : - Oocyte growth and development in teleosts. *Rev. Fish Biol. Fisch.*, 6: 287-318.
- Tyler C.R., Pottinger T.G., Coward K., Prat F., Beresford N., Maddix S., 1997** : - Salmonid folliclestimulating hormone (GtH I) mediates vitellogenic development of oocytes in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Biology of Reproduction* 57 1238-1244.

### -U-

- Ueda H., Kambegawa A., Nagahama Y., 1985** : - Involvement of gonadotrophin and steroid hormones in spermiation in the amago salmon, *Onchorynchus rhodulus*, and golffish, *Carassius auratus*. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 59: 24-30.
- Ungaro N., Vrgoc N., Mannini P., 2001** : - The biology and stock assessment of *Merluccius merluccius* (L.) in the Adriatic Sea: an historical review by geographical management units. *FAO Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea (Adriamed)*. Italia. 12p.
- Ursin E., 1967** : - A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration and mortality. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 24: 2355-2453. Von Bertalanffy L., 1938. A quantitative theory of organ growth. *Human Biology*, 10: 181-213.

### -V-

- Vaissiere R., Fredj G., 1963** : - Contribution à l'étude de la faune benthique de plateau continental de l'Algérie. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 60: 38p; 5cartes.



## Références bibliographique

---

- Valdivia K., 2012 :** - Caractérisation du phénotype associé à la mutation masculinisante *mal* chez la truite arc-en-ciel, *Oncorhynchus mykiss*. *Thèse de l' université de rennes I*.145pp.
- Valencia, V., Motos, L. & Urrutia, J., 1989 :** - Estudio de la variación temporal de la hidrografía y el plancton en la zona nerítica frente a San Sebastian. Informes Técnicos del Dpto. Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. 80 p.
- Valente E., 2008 :** - Traits biologiques d'une espece invasive, la perche soleil (*lepomis gibbosus*), dans un reservoir artificiel aux eaux echauffees : reproduction, croissance, longevite. *Thèse de doctorat. Université de Metz*.206pp.
- Van der Hurk R., Schoonen W.G.E.J., Van Zoelen G.A., Lambert J.G.D., 1987 :** -The biosynthesis of steroid glucuronides in the testis of the zebrafish, *Brachydanio rerio*, and their pheromonal function as ovulation inducers. *Gen. Comp. Endocrinol.*,
- Velasco F., Olaso I., 1998 :** - European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758) feeding in the Cantabrian Sea : seasonal, bathymetric and length variations. *Fish. Res.*, 38 : 33-44.
- Verdoit M., 1999 :** - Modélisation de la dynamique spatio-temporelle de population démersale et benthique exploitées de mer celitique. Colloque. Fragmentation et retards en dynamique des populations. Ed. CIRAM Luminy, 148p.
- Vizziano D., Baron D., Mahè S., Cauty C., Fostier A., Guiguen Y., 2008 :** - Estrogen treatment up-regulates female genes but does not suppress all early testicular markers during rainbow trout male-to-female gonadal transdifferentiation. *J Mol Endocrinol* 41:277-288.
- Vizziano D., Baron D., Randuineau G., Mahè S., Cauty C., Guiguen Y., 2008 :** - Rainbow trout gonadal masculinization induced by inhibition of estrogen synthesis is more physiological than masculinization induced by androgen supplementation. *Biol Reprod* 78:939-946.
- Von Bertalanffy, L. 1938:** - A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* 10: 181-213.
- Vosges M., 2010 :** - Effets neuroendocrines des perturbateurs endocriniens chez le poisson zèbre (*Danio rerio*) Etude du système à GnRH. *Thèse de doctorat de l'université François- Rabelais*.151pp.
- W -
- Wallace R.A., Selman K., 1981 :** - Cellular and dynamic aspects of oocytes growth in teleosts. *Amer. Zool.*, 21: 325-343.
- Wallace R.A., Selman K., 1990 :** - Ultrastructural aspects of oogenesis and oocyte growth in fish and amphibians. *J. Electron microsc. Tech.*, 16: 175-201.
- Wallace R.A., Boyle S.M., Grier H.J., Selman K., Petrino T.R., 1993 :** - Preliminary observations on oocyte maturation and other aspects of reproductive biology in captive female snook, *Centropomus undecimalis*. *Aquaculture*, 116(2-3): 257-273.
- Wang H.Y., Hook T.O, Ebener M.P., Mohr L.C., Schneeberger P.J., 2008 :** - Spatial and temporal variation of maturation schedules of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in the Great Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 65: 2157-2169.
- Waring C.P., Moore A., Scott A.P., 1996 :** - Milt and endocrine responses of mature male Atlantic salmon (*Salmon salar* L.) parr to water-borne testosterone, 17, 20B-dihydroxy-4-pregnen-3-one 20-sulfate, and the urine from adult female and male salmon. *General and Comparative Endocrinology*, 103, 142-149.

## Références bibliographique

---

- Weedle G.K., Burr B.M., 1991** : - Fecundity and dynamics of multiple spawning in darters: an in-stream study of *Etheostoma rafinesquei*. *Copeia*, 1991 : 419-433.
- Weltzein F.A., Taranger G.L., Karlsten F, Norberg B., 2002** : -Spermatogenesis and related plasma androgen levels in Atlantic halibut (*Hippoglossus Hippoglossus* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, Part A 132: 567-575.
- West G., 1990** : - Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of marine and Freshwater Research*, 41: 199-222.
- Wheeler A, 1968**: - The fishes of the British Isles and North-West Europe. *London: MacMillan*.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielson J., Tortonese T., 1986** : - Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris., Vol.I-III : 1473p.
- Winberg G.G., 1960** : - Rate of metabolism and food requirements of fishes. *Fish. Res. Bd. Can., Trans. Series no 194*: 240p.
- Wroblewski J., 1984** : - Formulation of growth and mortality of larval northern anchovy in a turbulent feeding environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **20**: 13-22.

### - Y -

- Yoneda M., Tokimura M., Fujita H., Takeshita N., Takeshita K., Matsuyama M., Matsuura S., 2001**: - Reproductive cycle, fecundity, and seasonal distribution of the angler fish *Lophius litulon* in the East China and Yellow seas. *Fish Bull.*, **99**: 356-370.

### - Z -

- Zhu Y., Rice C.D., Pang Y., Pace M., Thomas P., 2003** : - Cloning, expression, and characterization of a membrane progesterin receptor and evidence it is an intermediary in meiotic maturation of fish oocytes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* 100 2231-2236.
- Zou S., Kamei H., Modi Z., Duan C., 2009** : - Zebrafish IGF Genes: Gene Duplication, Conservation and Divergence, and Novel Roles in Midline and Notochord Development. *PLoS ONE* 4 e7026.
- Zupanovic S., Jardas I., 1986** : - A contribution to the study of biology and population dynamics of the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* (L). *Acta Adriat.*, **27**(1-2) : 97-146.



---

---

*Annexes*

---

---



**Protocoles pour la préparation des coupes histologiques de gonades.**

**1. Fixateur de Bouin à base d'Acide picrique: le Bouin Hollande.**

**a- Préparation pour 100 ml**

- Broyer 2,5 g d'Acétate neutre de cuivre dans 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 4 g d'Acide picrique après dissolution et filtration.
- Ajouter 100 ml de Formol de commerce et 1 ml d'Acide acétique.

**b- Mode d'emploi**

- Durée de la fixation :7 jours.
- Lavage pendant 24 heures à l'eau courante.

**2. Déshydratation et inclusion**

**a- Déshydratation des pièces après fixation**

- 01 bain d'alcool 70° pendant une heure.
- 02 bains d'alcool 90° pendant une heure (Chacun).
- 02 bains d'alcool 100° pendant une heure (Chacun) .
- 01 bain dans un mélange alcool 100°- butanol à part égale (50%-50%) pendant une heure.
- 02 bains de Butanol pur pendant une heure (chacun).

**b- Pénétration des pièces par la paraffine**

- 01 bain dans un mélange Butanol- Paraffine dans l'étuve à 60° de une à deux heures.
- 02 bains de Paraffine pure de deux heures (chacun) et un autre bain de paraffine pure qui dure tout la nuit à l'étuve à 60°.
- coulage des blocs.

**3. Technique de coloration**

**a. Déparaffinage et réhydratation**

- Xylène pendant 15 minutes.
- Alcool 100° pendant 15 minutes.
- Alccol 95° pendant 15 minutes.
- Alccol 70° pendant 15 minutes
- Eau courante.

**b. Coloration de fond (Hémalun Eosine)**

- Héματοxyline de Hariss pendant 1 minute.
- Eau courante.
- Eosine pendant 30 secondes.
- Eau courante.

**c. L'éclaircissement par immersion**

- 01 bain d'alcool 70°.
- 01 bain d'alcool 90°.
- 02 bains d'alcool 100°.
- 01 bain de xylène.

**d. Montage des lames**

- Résine de montage (Eukitt)

➤ **Réactifs**

**a) Hématoxyline**

- Solution A
  - Hématoxyline.....5g
  - Alcool 95°.....50ml
- Solution B
  - Alun de potasse.....25g
  - Eau ordinaire.....50ml

**b) Eosine Y**

- Eosine Y, Solution aqueuse à 3%...10ml
- Alcool éthylique à 95%.....125ml
- Acide acétique glacial.....2gouttes

**Préparation des solutions**

**a) Hématoxyline**

- Dissoudre les deux solutions A et B à chaud
- Verser A dans B
- Filtrer après refroidissement
- Conserver en flacon bouché
- La solution obtenue est violet foncé utilisable le lendemain

**b) Eosine**

- Mélanger tous les réactifs, vous obtenez une solution de couleur rouge
- Mode d'emploi
- Colorer pendant 5m par l'hématoxyline
- Rincer à l'eau distillée pendant 2 à 3mn
- Laver à l'eau du robinet pendant 2 à 3mn
- Colorer pendant 5mn à l'éosine Y
- Rincer à l'eau courante
- Poursuivre par les opérations de déshydratation

**Résultats**

Noyaux en bleu violet  
Cytoplasme en rose,  
Les fibres de collagène en rose virant vers l'orange

## Annexe 02

**Tableau 1 :** Distribution des individus mâtures et immatures mâles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Béjaïa.

C.C	Nb immature ♂	Nb mature ♂	Ensembles ♂	% mature
16,6	3	0	3	0,00
19,5	32	8	40	20,00
22,5	6	10	16	62,50
25,5	2	14	16	87,50
28,5	0	15	15	100,00
31,5	0	8	8	100,00
34,5	0	2	2	100,00
≥36	0	1	1	100,00

**Tableau 2 :** Distribution des individus mâtures et immatures femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Béjaïa.

C.C	Nb immature ♀	Nb mature ♀	Ensembles ♀	% mature
16,5	12	0	12	0,00
19,5	48	3	51	5,88
22,5	57	9	66	13,64
25,5	29	11	40	27,50
28,5	22	14	36	38,89
31,5	8	25	33	75,76
34,5	1	12	13	92,31
≥36	0	14	14	100,00

**Tableau 3 :** Distribution des individus mâtures et immatures mâles et femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Béjaïa.

C.C	Ensembles immature	Nb mature	Ensembles	% mature
16,5	15	0	15	0,00
19,5	80	11	91	12,09
22,5	63	19	82	23,17
25,5	31	25	56	44,64
28,5	22	29	51	56,86
31,5	8	33	41	80,49
34,5	1	14	15	93,33

## Annexe 02

**Tableau 4 :** Distribution des individus mâtures et immatures mâles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Jijel.

C.C	Nb immature♂	Nb mature♂	Totaux♂	% mature
16,5	0	0	0	0,00
19,5	12	7	19	36,84
22,5	7	18	25	72,00
25,5	2	20	22	90,91
28,5	0	9	9	100,00
31,5	0	4	4	100,00
34,5	0	1	1	100,00

**Tableau 5 :** Distribution des individus mâtures et immatures femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Jijel.

C.C	Nb immature♀	Nb mature♀	Totaux♀	% mature
16,5	1	0	1	0,00
19,5	15	0	15	0,00
22,5	31	4	35	11,43
25,5	33	11	44	25,00
28,5	7	5	12	41,67
31,5	2	7	9	77,78
34,5	0	1	1	100,00
≥36	0	2	2	100,00

**Tableau 6** Distribution des individus mâtures et immatures mâles et femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Jijel.

C.C	Ensembles immature	Nb mature	Ensembles Totaux	% mature
16,5	1	0	1	0,00
19,5	27	7	34	20,59
22,5	38	22	60	36,67
25,5	35	31	66	46,97
28,5	7	14	21	66,67
31,5	2	11	13	84,62
34,5	0	2	2	100,00
≥36	0	2	2	100,00

## Annexe 02

**Tableau 7 :** Distribution des individus mûres et immatures mâles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Annaba.

C.C	Nb immature ♂	Nb mature ♂	Totaux ♂	% mature
16,5	9	2	11	18,18
19,5	16	11	27	40,74
22,5	10	16	26	61,54
25,5	3	14	17	82,35
28,5	1	12	13	92,31
31,5	0	9	9	100,00
34,5	0	6	6	100,00

**Tableau 8 :** Distribution des individus mûres et immatures femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Annaba.

C.C	Nb immature ♀	Nb mature ♀	Totaux ♀	% mature
16,5	3	0	3	0,00
19,5	23	0	23	0,00
22,5	15	4	19	21,05
25,5	11	5	16	31,25
28,5	6	4	10	40,00
31,5	1	3	4	75,00
34,5	0	1	1	100,00
≥36	0	1	1	100,00

**Tableau 9 :** Distribution des individus mûres et immatures mâles et femelles en fonction de la taille chez *M. merluccius* de la région de Annaba.

C.C	Ensembles immature	Nb mature	Ensembles Totaux	% mature
16,5	12	2	14	0,00
19,5	39	11	50	22,00
22,5	25	20	45	44,44
25,5	14	19	33	57,58
28,5	7	16	23	69,57
31,5	1	12	13	92,31
34,5	0	7	7	100,00
≥36	0	1	1	100,00



**Biologie de la reproduction et dynamique du merlu  
(*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) de la côte-Est algérienne.**

**Résumé**

Parmi les espèces dotées d'une haute valeur commerciale et présentant des priorités pour la commission générale des pêches pour la Méditerranée (CGPM), le merlu, *Merluccius merluccius* (Linné, 1758), occupe une place importante. Malgré la richesse de la bibliographie sur cette espèce, des lacunes persistent encore, particulièrement sur la Côte-Est algérienne.

Le taux global de sex-ratio est significativement en faveur des femelles. Le suivi mensuel de la maturité sexuelle a permis de déterminer la période de reproduction qui est étalée dans le temps, et qui se manifeste par deux pics principale en novembre-décembre et en mars-avril, en plus d'un pic secondaire en août-septembre; dans cette fonction, les réserves hépatiques sont impliquées dans l'élaboration des gamètes. La taille à la première maturité ( $L_{50}$ ) dans le golfe de Béjaïa, la Baie de Jijel puis le golfe de Annaba est respectivement de l'ordre de (29,3-29,2-29,2 cm) pour les femelles et (21,3-20,7-20,6 cm) concernant les mâles.

La structure histologique des testicules et celle des ovaires présente des caractéristiques éprouvées chez les autres poissons Téléostéens.

L'âge, la croissance et la mortalité du merlu ont été déterminés pour la première fois sur des échantillons provenant de différents ports de la côte-Est algérienne, au cours de la période allant de septembre 2013 à septembre 2014. La structure d'âge et les paramètres de croissances ont été déterminés par le modèle de croissance de Von Bertalanffy.

Les résultats des paramètres de croissance obtenus dans ce travail sont conformes à ceux d'autres auteurs obtenus dans d'autres zones géographiques de la Méditerranée. Les résultats de la clé âge-longueur montré que la majeure partie de la croissance linéaire atteint au cours de la première année de la vie. cette approche analytique suggère que l'exploitation de ce stock dépend essentiellement des premiers groupes d'âges, lesquels affectent directement le recrutement.

L'estimation de la mortalité naturelle montre qu'il est plus élevé, mais la population de merlu semble plus affectée par la mortalité par pêche.

Le taux d'exploitation (E) calculée pour l'ensemble de la population de merlu semble supérieur au seuil (EOP), ce qui conduit à penser que l'environnement semble être surexploité.

**Mots clés:** *Merluccius merluccius*, Reproduction, Dynamique, Côte-Est algérienne.

**Biology of the reproduction and dynamics of European hake  
(*Merluccius merluccius* Linnaeus., 1758) of the Algerian East-coast.**

**Abstracte**

Among the species with a high commercial value and presenting priorities for the General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM), hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), has an important place. Despite the wealth of literature on this species, gaps still persist, particularly on the Algerian Eastern Shore.

The overall rate of sex ratio was significantly in favor of females. Monthly monitoring of sexual maturity was determined the breeding period is spread over time, and this manifests itself in two main peaks in November-December and March-April in addition to a secondary peak in August-September. Hake to oviparous mode; in this function, the liver stores are involved in the development of gametes. The size at first maturity ( $L_{50}$ ) in the Gulf of Bejaia, Jijel Bay and the Gulf of Annaba is in the order respectively (29,3-29,2-29,2 cm) for females and (21,3-20,7-20,6 cm) for males. The histological structure of testes and ovary that of proven features present in other teleost fish.

Age, growth and mortality of hake were determined for the first time on samples from different ports of the Algerian east-coast, during the period from September 2013 to September 2014. The age structure and growth parameters were determined by the Von Bertalanffy growth model.

The results of the growth parameters obtained in this work are consistent with those obtained by other authors in other geographical areas of the Mediterranean. The results of the age-length key shown that most of linear growth achieved during the first year of life. This analytical approach suggests that the exploitation of this stock depends essentially of the first age groups, which directly affect recruitment.

The estimate of natural mortality shows that it is higher, but the hake population seems more affected by fishing mortality.

The exploitation rate (E) calculated for the whole of the hake population appears greater than the threshold (EOP), which leads to think that the environment seems to be overexploited.

**Keywords:** *Merluccius merluccius*, Reproduction, Dynamycs, Algerian East-coast.

**بيولوجية التكاثر وديناميكية *Merluccius merluccius* في الساحل الشرقي الجزائري.**

**ملخص**

من بين الأنواع ذات القيمة التجارية العالية وأولويات تقديم للجنة العامة لمصايد أسماك البحر الأبيض المتوسط "*Merluccius merluccius*" "أو"النازلي". على الرغم من ثروة من الأدب على هذا النوع، ثغرات لا تزال قائمة، لاسيما على الساحل الشرقي الجزائري.

معدل الإجمالي لنسبة الجنس لصالح الإناث. تم تحديد الرصد الشهري لمرحلة النضج في اثنين من القمم الرئيسية في شهري نوفمبر-ديسمبر، مارس-أبريل، بالإضافة إلى ذروة ثانوية في أغسطس-سبتمبر. في هذه الوظيفة، يشارك الكبد في تطوير الأمشاج. الاستحقاق الأول ( $L_{50}$ ) في خليج بجاية، جيجل وخليج عنابة هي بالترتيب على التوالي (29,3, 29,2, 29,2 سم), (21,3, 20,7, 20,6 سم) للإناث و للذكور. هيكل النسيج للخصية ومبيض أن من الميزات ثبت موجودة في غيرها من الأسماك مكتملة العظام.

تم تحديد العمر، النمو و وفيات لأول مرة و تم تحديد معايير النمو من نموذج النمو فونبرتالانفي. نتائج عوامل النمو التي تم الحصول عليها في هذا العمل هي مطابقة لتلك التي حصل عليها مؤلفين آخرين في مناطق جغرافية أخرى. نتائج مفتاح سن طول أظهرت أن معظم النمو الخطي تحققت خلال السنة الأولى من العمر يوحي هذا النهج التحليلي أن استغلال هذا المخزون يعتمد أساسا على الفئات العمرية الأولى، والتي تؤثر بشكل مباشر على التوظيف.

يبين تقدير الوفيات الطبيعية أنه أعلى، ولكن يبدو أن السكان النازلي أكثر المتضررين من قبل نفوق الأسماك. يبدو أن معدل الاستغلال (E) لجميع السكان النازلي أكبر من العتبة (EOP)، الأمر الذي يؤدي إلى الاعتقاد أن الاستغلال على مفرط البيئة.

كلمات البحث: *Merluccius merluccius*, تكاثر، النمو، الوفيات، الاستغلال، الساحل الشرقي الجزائري.