



# Contribution à l'étude de la lecture de l'âge de *Plectorinchus mediterraneus* (Guichenot, 1850) au Sud Marocain

Élaboré par : khaled SARRAJ

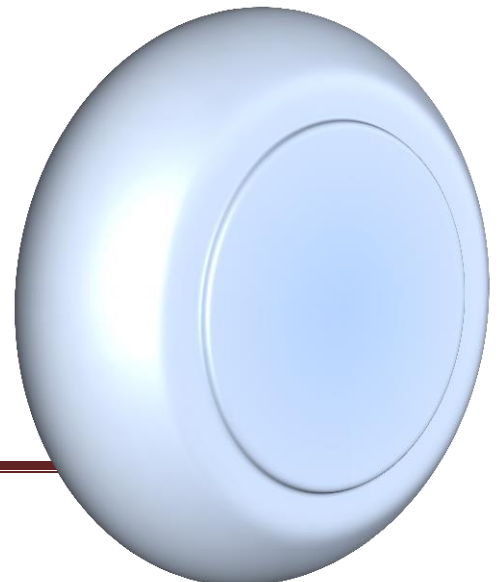
Sous l'encadrement de :

Mme Naima Boumzrague (Chef du laboratoire de pêche –INRH Laâyoune-Maroc)

Mr Malainine Sidi Malainine (Chef du centre régional - l'INRH Laâyoune-Maroc)

Mme Jamila Ben Souissi (Chef de département de génie Halieutique et Environnement- INAT- Tunisie )

07/09/2017



# *Remerciement*

Ce travail a été réalisé au Laboratoire des Ressources Halieutiques de l'institut National de Recherche Halieutique au Centre Régional de Laâyoune et Agadir, sous l'encadrement de Monsieur le directeur Malainine Sidi Malainine et Madame Naima boumzrague et Madame Jamila ben Souissi .

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à الله qui m'a donné le courage, la force et la patience pour mener à terme ce travail de recherche.

J'aimerais remercier monsieur **FARRAJ Abdel Malek**, directeur de L'INRH à Casablanca et monsieur **MALLOULI Mohamed Idrissi**, chef du Département des Ressources Halieutiques pour m'avoir démontré une grande confiance en me laissant le soin de réaliser ce magnifique projet et pour leurs appui et leurs compréhension tout au long de ce périple. À chaque fois il me montre tous leur soutien.

Je remercie monsieur **Malainine Sidi Malainine**, Directeur du centre régional de Laâyoune de l'Institut National de Recherche Halieutique (INRH), qui m'a fait l'honneur par son encadrement. Je le remercie aussi pour son aide précieuse, ses orientations et ses remarques pertinentes. Malgré ses lourdes responsabilités, il a constamment répondu présent. Je tiens également à le remercier aussi pour son accueil au sein du centre où j'ai pu réaliser l'ensemble de mes travaux de recherche.

Il m'est agréable de pouvoir exprimer mes vifs et sincères remerciements à Madame **Naima Boumzrague**, chef du Laboratoire pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant la supervision scientifique de ce travail de recherche, je lui adresse toute ma reconnaissance pour sa gentillesse, sa disponibilité et son sens élevé des relations humaines me touchent beaucoup. Soyez assuré de mon estime. Je suis très honoré de votre présence durant mon stage.

Je remercie tout particulièrement mon directeur de stage Mr **Ghazi Krida** et Mme **Jamila ben souissi**, professeur et Chef de Département de la filière Halieutique et environnement à l'institut National Agronomique de Tunisie, pour sa rigueur scientifique, ses encouragements continus, ses conseils, son soutien moral et surtout son assistance jusqu'au dernier instant. Je le remercie énormément d'avoir dirigé l'ensemble de mes travaux de recherche.

**Merci** également à mes collègues au centre de L'INRH pour leurs précieuses aides durant la période de mon séjour.

**Merci** aux techniciens et tout le personnel du centre régional de Laâyoune notamment le personnel de Laboratoire des Ressources Halieutiques de l'INRH à Laâyoune.

Enfin, que serait-on sans nos familles? Alors du fond du coeur merci à mon père, ma mère sans qui je ne serais arrivée jusqu'ici. Merci à mon adorable frère Hamza et mes soeurs Chaima, Chirine pour leur soutien, leur confiance et leur présence.

Merci aussi à ceux que j'ai certainement oublié!

## RESUME

L'étude de la croissance du Diagramme Gris (*Plectorhinchus mediterraneus*) de la région de l'atlantique sud du Maroc, a été réalisée par la détermination directe de l'âge en utilisant deux méthodes de préparation des otolithes : méthode des otolithes entiers brûlés, coupés et polissés et Méthode des otolithes en coupes minces 0.5  $\mu\text{m}$  à l'aide d'une tronçonneuse .

La modélisation de la croissance du Diagramme Gris (*Plectorhinchus mediterraneus*) a été faite à l'aide du modèle classique de Von Bertalanffy et les paramètres de croissance estimés à l'aide de l'équation de Von Bertalanffy sont :

Par la méthode de brûlage :  $L_{\infty} = 51,90\text{mm}$  ;  $K=0,22$ ;  $t_0 = -0,43$  .

Par la méthode des coupes minces :  $L_{\infty} = 52,24\text{mm}$  ;  $K=0,19$ ;  $t_0 = -0,32$  .

L'utilisation de ces techniques nous a permis de constater que la structure démographique de la population du *Plectorhinchus mediterraneus*(Ginchot,1950) de cette région est composée de jeunes individus qui grossissent plus vite qu'ils ne grandissent.

La croissance relative de *Plectorhinchus mediterraneus* est isométrique pour toute la population étudiée ( $b = 2,99$ ) et notamment pour les femelles ( $b = 3,00$ ) mais chez les mâles, la croissance est minorante ( $b = 2,93$ ).

**Mots clé :** Age, Croissance, retrocalcul, Diagramme Gris, Atlantique Sud marocain

## ABSTRACT

The study of the growth of the Gray Diagram (*Plectorhinchus mediterraneus*) in the southern Atlantic region of Morocco was carried out by direct determination of age using two methods of otolith preparation: burned, cut and polished otoliths method and Method of otoliths in thin sections 0.5  $\mu\text{m}$  using a chainsaw.

The modeling of the growth of the Gray Diagram (*Plectorhinchus mediterraneus*) was done using the classical Von Bertalanffy model and the growth parameters estimated using the Von Bertalanffy equation are:

By the burning method:  $L_{\infty} = 51.90\text{mm}$ ;  $K = 0.22$ ;  $t_0 = -0.43$ .

By the method of thin sections:  $L_{\infty} = 52.24\text{mm}$ ;  $K = 0.19$ ;  $t_0 = -0.32$ .

The use of these techniques allowed us to observe that the population structure of the *Plectorhinchus mediterraneus* (Ginchot, 1950) of this region is composed of young individuals who grow faster than they grow.

The relative growth of *Plectorhinchus mediterraneus* is isometric for all the studied population ( $b = 2.99$ ) and especially for females ( $b = 3.00$ ), but in males growth is minor ( $b = 2.93$ )

**Key Words :** Age, Growth, Demersals, Retrocalculus, Gray Chart, South Moroccan

## Table des matières

Introduction .....	10
Présentation de l'INRH : centre régional de laayoune .....	12
Chapitre 1 : Généralités .....	13
1.Présentation de la zone d'étude .....	14
1.1 Cadre géographique.....	14
1.2 Plateau continental .....	16
1.3 La géomorphologie .....	16
1.4 Nature des fonds.....	16
1.4 Hydrologie.....	17
1.5 La houle.....	17
1.6 Les courants océaniques.....	17
1.7 les marées .....	18
1.8 Le vent.....	18
1.9 L'upwelling .....	18
1.4. Peuplement planctonique .....	20
2 Caractérisation physico-chimique de l'eau .....	20
2.1 .Température .....	21
2.2 Salinité.....	21
2.3 L'oxygène dissous.....	21
3.Caractéristiques de l'espèce <i>Plectorhynchus mediterraneus</i> .....	22
3.1 Taxonomie (worms) .....	22
3.2. Caractéristiques morphologiques .....	22
2.3. Caractéristiques éco biologiques .....	23
3.3. Exploitation et utilisation .....	23
2.5. Ecologie.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

3.4. Distribution géographique.....	24
3.6. Habitat .....	25
Chapitre 2 : Matériels et méthodes .....	26
Introduction .....	27
2.1 Méthode directe .....	27
2.2. Ecailles.....	28
2.3. Otolithes.....	29
2.4 Prélèvement, stockage et préparation des otolithes .....	30
3. Méthode de Brulage.....	33
4. Méthodes des Coupes minces.....	37
4.1 Emplacement du Necléus : .....	37
4.2. Préparation de la résine d'enrobage .....	37
Préparation de la résine d'enrobage ( deux couches) .....	39
Coupure des otolithes à l'aide d'une tronconneuse .....	39
5. Lecture d'âge .....	44
6. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'otolithe .....	46
7. Dépôt des anneaux et croissance marginale .....	47
8. Détermination de l'âge par la méthode rétrocalcul .....	48
9. Etude de la croissance.....	48
9.1 modélisation de la croissance .....	49
9.2 Croissance linéaire absolue .....	49
9.3. Croissance relative ou relation taille-masse .....	50
9.4. Croissance pondérale absolue.....	52
Chapitre 3 : Résultats .....	53
3.1 Âge.....	54
3.2. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance .....	55
3.3. Relation entre la longueur à la fourche du poisson et le rayon de l'otolithe .....	56

3.4 Calcul des tailles moyennes aux différents âges (rétrocalcul) .....	56
4. Croissance .....	72
4.1. Croissance linéaire absolue.....	72
4.2 Croissance relative .....	77
4.3. Croissance pondérale absolue .....	79
Conclusion .....	90
Références.....	92

## Liste des figures

Figure 1: Carte géologique de la zone d'étude (map.ma) .....	15
Figure 2: Anatomie du poisson.....	24
Figure 3: Distribution géographique (FAO) .....	25
Figure 4 : Formation des écailles .....	45
Figure 5: Formation des anneaux en fonction de la croissance .....	28
Figure 6. Ecaille.....	27
Figure 7. Ecaille régénérée .....	29
Figure 8. L'emplacement de l'otolithe (PC) .....	29
Figure 9. Paires des otolithes (Sagitta) .....	29
Figure 10. Mensuration et classification .....	31
Figure 11. Nettoyage et Ouverture de la crane .....	31
Figure 12. Prélèvement de l'otolithe.....	32
Figure 13. Conservation des otolithes.....	32
Figure 14. Opération du brulage .....	35
Figure 15. Choc thermique de l'otolithe .....	35
Figure 16. Coupure d'otolithe .....	36
Figure 17. Polissage .....	36
Figure 18. Marquage de nucleus .....	40
Figure 19. Préparation de la résine d'enrobage(1 ère couche).....	40
Figure 20. L'emplacement d'un morceau spaghetti comme référence .....	41
Figure 21. vérification de l'uniformité de répartition de la résine .....	41
Figure 22. Emplacement des otolithes.....	42
Figure 23. Préparation de la résine (deuxième couche) .....	42
Figure 24. Libération de la plaque .....	43
Figure 25. Coupure à l'aide d'une tronçonneuse .....	43
Figure 26. Polissage .....	44
Figure 27. Lecture des otolithes Brulés.....	45
Figure 28. Lecture des coupes minces .....	46
Figure 29: Morphologie des otolithes.....	49
Figure 30: les anneaux de croissance chez les otolithes brulés .....	54
Figure 30. accroissement marginal des otolithes brulés et coupés en fonction des mois .....	55
Figure 31. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique .....	73
Figure 32. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique .....	73
Figure 33. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes brulés chez les femelles de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> dans le Sud marocaine .....	74
Figure 34. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes en coupes minces chez les femelles de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> dans le Sud marocaine.....	75
Figure 35. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes brulés chez les males de <i>plectorinchus meditteranneus</i> dans le sud marocain .	76



Figure 36. Croissance observée et theorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes en coupes minces chez les males de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> dans le Sud marocain...	76
Figure 37. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez la population totale de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante.....	77
Figure 38. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez les femelles de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante .....	78
Figure 39. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez les males de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante .....	78
Figure 40. Représentation de la croissance théorique de la population total et de l'accroissement pondérale chez les <i>plectorinchus mediterraneus</i> .....	80
Figure 41. La représentation des males au niveau de la croissance théorique et de l'accroissement pondérale chez les <i>plectorinchus mediterraneus</i> .....	80
Figure 42. Représentation chez les femelles au niveau de la croissance théorique et de l'accroissement pondérale chez les <i>plectorinchus mediterraneus</i> .....	81
Figure 43. Modèle de la population de <i>Plectorinchus mediterraneus</i> en fonction de poids,l'age,et taille à la fourche(Matlab,2015).....	83

## **Liste des abréviations**

**INRH** : Institut National de Recherche Halieutique

**INAT** : Institut National Agronomique de Tunisie

**FAO**: Food and Agriculture Organization of the United Nations

**ANP** : Agence National des Ports

**Pc** : Pièces calcifiées

**Fg** : figure

**Pc** : pièce calcifié

**Lf** : Longueur à la fourche

**Pt** : Poids total

**S** : Sexe

**L.S.T** : Littoral Sud Marocain

## Introduction

Le Maroc constitue un pays d'importance halieutique énorme. Les ressources halieutiques sont la principale ressource structurante de l'économie marocaine après ceux de l'agriculture et le tourisme, il reste toujours un secteur qui dope la richesse économique marocaine.

Ce pays dispose d'un littoral qui s'étend sur plus de 3500 km des côtes dans l'océan Atlantique et de la mer Méditerranée, un espace maritime d'environ 1,2 million de km<sup>2</sup> et un potentiel halieutique estimé dans le rapport publié par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2013) , près de 1,5 million de tonnes «renouvelables tous les ans».

La main-d'œuvre dépasse 300 000 travailleurs ce qui rend le secteur de pêche marocain un pôle d'emploi important (ANP).

La pêche maritime marocaine capture actuellement en moyenne 1 000 000 tonnes de poissons par an, dont 85% par la pêche côtière et 15% par la pêche hauturière. Elle a connu ces dernières années un développement rapide et figure comme le premier secteur porteur. A titre indicatif, les prises ont largement doublé en 15 ans, passant de 346 000 tonnes en 1995 à 765 000 tonnes en 2010 et là on parle principalement dans les ports de pêche : Agadir, TanTan, Essaouira, Safi, El Jadida, Casablanca, Mohamédia,

Rabat, Kénitra, Larache, Tanger, El Hoceima, Nador, **Laâyoune** et Dakhla (Loulad S., R. Houssa, A. Boumaaz, H.Rhinane and O. Saddiqi ,2016).

Le travail était fait sur les ressources démersaux qui sont l'ensemble des espèces d'intérêt commercial (actuel ou potentiel) qui vivent sur le fond ou à proximité du fond, sur le plateau insulaire (jusqu'à une soixantaine de mètres de profondeur) ou sur le talus insulaire (de la rupture de pente du plateau jusqu'à plusieurs centaines de mètres) , De point de vue leur exploitation et leur évaluation (Gobert B, Reynal, 2002).

L'objectif de ce travail est de contribuer à la lecture d'âge et à l'estimation des paramètres de croissance de diagramme gris (*Plectorhynchus mediterraneus*) de la côte atlantique marocaine, ces indicateurs biologiques vont servir pour faire une évaluation du stock de cette espèce et de connaître la dynamique de sa population pour des fins de gestion et durabilité d'exploitation du stock.

Afin d'atteindre cet objectif, on a adopté le plan suivant ;

Dans le premier chapitre, on a présenté le secteur d'étude afin de mieux savoir son contexte (facteurs biotiques et abiotiques) pour qu'on le tient on compte dans notre travail et analyse.

Le deuxième chapitre est consacré à différents étapes de préparation de matériel biologique qu'on a utilisé toute au long de travail ainsi que les méthodes d'estimation de l'âge (deux méthodes indépendants).

Dans le même chapitre, nous avons abordé une étude de la croissance par observation directe des otolithes brulés et des otolithes coupées par tronçonneuse à l'aide d'une loupe binoculaire en lumière réfléchie. Une estimation d'âge par méthode classique de retro calcul sera effectuée dans le but de déterminer la durée de vie du Diagramme gris pour modéliser la croissance et estimer les paramètres de croissance de cette espèce sur 250 individus échantillonnés lors des débarquements de la pêche côtière et artisanale.

Finalement et dans un dernier chapitre, on présentera un test statistique khie-deux entre les deux méthodes : méthode de lecture pour avoir une comparaison détaillés et un modèle d'exploitation qui s'avèrent les plus adéquats pour la gestion durable de l'espèce *Plectorhinchus mediterraneus*.

## **Présentation de l'INRH : centre régional de laayoune**

Le Centre Régional de l'INRH à Laâyoune a démarré ses activités en octobre 1998. Sa création a permis de répondre aux objectifs et aux attentes des clients potentiels et de l'administration de tutelle tout en tenant en compte les spécificités locales de la région de Laâyoune - Boujdour - Sakia El Hamra.

Sa zone de compétence couvre quatre provinces (TanTan, Tarfaya, Laâyoune et Boujdour). Elle s'étend sur une côte de plus de 700 Km couvrant la zone de l'oued Darâa à la limite sud de Boujdour (Lakrâa).

Le Centre a pour missions :

- le suivi des pêcheries au niveau régional par l'évaluation indirecte et directe des ressources halieutiques et le suivi de l'état de leur exploitation ;
- Aide à la prise de décision en matière d'aménagement et de gestion des stocks halieutiques exploités ;
- la surveillance de la qualité du milieu marin et l'évaluation périodique de la salubrité du littoral et des ressources ;
- l'évaluation des ressources littorales notamment les gisements des champs d'algues et des échinodermes de la région et le suivi de l'état de leur exploitation ;
- la prospection et l'identification des sites aquacoles potentiels pour la promotion de l'aquaculture dans la région ;
- le suivi de la biodiversité marine, notamment les espèces menacées.

## **Chapitre 1 : Généralités**

## **1.Présentation de la zone d'étude**

### **1.1. Cadre géographique**

Le secteur d'étude fait partie de l'Atlantique sud, située entre Cap Boujdor 26 ° 10'N et Cap Blanc 20 ° 50'N, l'une des zones de pêche les plus exploitées dans le monde Atlantique Centre-Est. Ses frontières sont constituées par l'Algérie à l'est, la Mauritanie à l'est et au sud, et l'Océan Atlantique à l'ouest (Loulad S., R. Houssa, A. Boumaaz, H.Rhinane and O. Saddiqi ,2016).

Le littoral s'étend sur plus de 600 km à travers deux grands ports: Boujdour et dakhla où le taux de population dépasse 100 000 habitants (la monographie de laayoune Boujdour Sakia El Hamra, 2010, la monographie de Dakhla Oued Eddahab Igouira, 2010) et un grand site de pêche artisanale avec plus de 1000 petits bateaux actifs (moins de 6 po de longueur) (Loulad S., R. Houssa, A. Boumaaz, H.Rhinane and O. Saddiqi ,2016)





## **Caractéristiques du port :**

- ✓ Situation : 27°05' N – 13°57'O
- ✓ Vocation : Commerce et pêche
- ✓ Desserte routière : Route nationale 1 reliant Lâayoune à Laguira
- ✓ Desserte aérienne : Aéroport Hassan I de Laâyoune situé à environ 25 km du port.

### **1.2. Plateau continental**

Le plateau continental mérite une attention particulière lors de l'établissement de plan de gestion des stocks et de la mise au point de processus de suivi environnemental puisque il abrite une part significative des systèmes de pêche productifs.

Sa morphologie et sa nature influence directement sur la répartition et la consommation des ressources halieutiques (**COLLIGNON, 1965**).

### **1.3. La géomorphologie**

La géomorphologie de la zone montre que le plus élevé du plateau continental est inférieur à 100 mètres de profondeur, les profondeurs inférieures à 50 mètres sont prédominantes dans la partie centrale (**Loulad S., R. Houssa, A. Boumaaz, H. Rhinane and O. Saddiqi, 2016**)

En outre, la limite sud de cette zone se compose d'un mélange de deux masses d'eaux d'origine différentes, des eaux centrales de l'Atlantique Nord (NACW) et des eaux centrales de l'Atlantique Sud (SACW) (**Roy 1991**). Le mouvement NACW est observé vers le nord jusqu'à la latitude critique 23 ° N (**Hagen, 2001**), ce qui donne la superficie entre 21 ° N et 23 ° N richesse planctonique spéciale (**Binet, 1991**).

### **1.4. Nature des fonds**

La Banque du Sahara (21-26 ° N) située dans le sud du sud aride (Afrique du Nord) est un écosystème subtropical à la frontière avec les tropiques des eaux. Ce vaste plateau continental, dominé par des fonds de chalut (Sable à fond de roche plate), fait partie du Canary Current Large Ecosystème marin et comporte des modèles océanographiques complexes. Il fait maison Systèmes éternels de développement de l'éolienne (**Benazzouz et al., 2014a, 2014b**) et est bordure d'une zone frontale (front frontal du Cap-Vert Zone) à sa limite sud, résultant de la convergence des eaux d'origine nord et sud près du cap Blanc (21 ° N) (**Castellanos Et al., 2013**). Ces caractéristiques conduisent à une productivité primaire élevée (**CarrEt Kearns,**

2003) qui soutient une grande biomasse de poissons (Kifani et al.,2008; Gulland et Garcia, 1984; Caddy et Rodhouse, 1998).

#### **1.4. Hydrologie**

Les conditions hydrologiques spécifiques qui prévalent favorisent une forte production organique. La pêche pélagique et les céphalopodes (pieuvres, seiches et calmars) sont les principales espèces exploitées dans la pêche et la forte demande sur les marchés étrangers, tandis que la dorade et les autres poissons terrestres sont considérés comme des espèces parasites (FAO, 2013; INRH, 2002).

#### **1.5. La houle**

La houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer qui est formé par un champ de vent éloigné de la zone d'observation. C'est donc un cas particulier de vague non déferlante elle a comme origine des troubles atmosphériques leur effet dépend de temps et de l'espace (Gallois, 1920).

Le vent dominant est orienté nord / nord-est. Il est amplifié par un effet venturi lors de son passage entre deux collines donc elle se forme au nord des Acores.

Le vent souffle quasiment toute l'année. L'été, il oscille dans des périodes variant entre 7 et 21 secondes. Il a tendance à faiblir dans l'automne et en hiver (Orbi 1992). Le vent dominant est orienté nord / nord-est. Il est amplifié par un effet venturi lors de son passage entre deux collines.

#### **1.6. Les courants océaniques**

L'atlantique marocaine est contrôlée par trois courants principales: le courant acores qui s'oriente vers l'est, le courant du Portugal et le courant des Canaries qui est un courant marin débute à partir du sud de la dérive nord atlantique et qui s'écoule vers le sud-ouest jusqu'au Sénégal où il tourne vers l'ouest sans direction bien définie (ERIMESCO ,1969) .

les courants présents présentent dans des intensités généralement supérieures à  $0.5 \text{ m.s}^{-1}$  à l'extérieur de la baie. A l'intérieur de la baie de Dakhla, ces intensités sont inférieures à  $0.3 \text{ m.s}^{-1}$  sur cette période d'étude. Soumis à l'influence de vents alizés de secteurs Nord à Nord Est, ils sont généralement orientés vers le sud de la zone d'étude et de la baie. Sous l'influence de vents de secteurs Ouest ou Sud Ouest, la circulation côtière de la baie se trouve

orientée vers le Nord impactant ainsi sa partie nord (Hilmi Karim, Orbi Abdellatif, Makaoui Ahmed, Bouksim Hassan, Idrissi Mohammed, Ettahiri Omar, Abdellaoui Benyounes et Ait Chattou Mustapha , 2017).

### **1.7. Les marées**

Parmi les nombreux phénomènes affectant la surface de l'océan atlantique, le plus spectaculaire est sans doute le phénomène de marée. C'est aussi l'une des influences de la Lune sur le milieu terrestre en général et marin en particulier la plus spectaculaire.

Le phénomène de marée conditionne la conception des ouvrages côtiers (ports, installations de pompage d'eau de mer, ...) ainsi que de nombreuses activités maritimes comme la navigation et la pêche. La marée assure, en grande partie, le renouvellement des eaux des lagunes côtières et a également une grande influence sur la biologie des organismes vivant sur l'estran.

La marée dominante dans notre zone d'étude est de type semi-diurne qui présente deux pleines mers et deux basses mers par jour, avec une amplitude qui varie entre 1.4 à 4 mètres. (Bennouna, A., Assobhei, O., Berland, B., et El Attar, J. 2000)

### **1.8. Le vent**

C'est le mouvement de l'air correspond au déplacement d'une masse d'air consécutif à des différences locales de température et de pression et on appelle "vent" le seul mouvement horizontal de l'air.

Les dernières années le vent dans la côte atlantique marocaine a eu des fortes variations interannuelles :

- En 2012, sur toute la côte atlantique le vent du large a présenté des pics importants avec une intensité qui a dépassé 10 m/s.
- En 2013 et 2014, le vent a enregistré des valeurs moyennes toute au long de la côte atlantique. (A.BENAZZOUZ, 2015)

### **1.9 L'upwelling**

La Remontée d'eau (Upwelling en anglais) est un phénomène océanographique qui se produit lorsque des forts vents marins (généralement des vents saisonniers) poussent l'eau de surface

des océans laissant ainsi un vide et comme résultat la remontée de l'eau profond froide (Enriquez & Friehe 1995).

Aussi notre zone d'étude était une des quatre systèmes d'Upwellings à l'échelle mondiale qui est connue par le courant de canaries au Nord-ouest d'Afrique (CUSHING, 1969).

La présence du Courant des Canaries dans le domaine océanique du Sud du Maroc a un effet majeur sur la température de la surface marine au large et à la côte <sup>1</sup>, et sur l'upwelling des Canaries.

La côte sud marocaine et Nord Mauritanienne (désert du Sahara) est caractérisé par un 'upwelling' permanent (Abderrahim MOUJANE<sup>1</sup>, 2, Mohamed CHAGDALI<sup>2</sup> Bruno BLANKE<sup>3</sup> et Soumia MORDANE, 2011).

Les brassages des eaux stimulent l'augmentation des éléments nutritifs qui est la base de la chaîne trophique.

Les écosystèmes du courant des Canaries étaient dominés par les poissons démersaux de grande taille par exemple les sparidés (pagres, sars et pageots), les humailides (Diagramme gris) et les cephalopodes (poulpe, seiche et calmar), qui ont été rapidement surexploités. Dans la partie sud de la région, l'adaptabilité de la pêche artisanale lui a permis de tirer profit de la migration saisonnière de nombreuses espèces (balancement entre saison d'upwelling et période chaude dominée par des influences tropicales) (Limam D. A. O. 2005).

<sup>1</sup> <http://www.suds-en-ligne.ird.fr/ecosys/upwelling/canaries.htm>

#### **1.4. Peuplement planctonique**

Le plancton est : "l'ensemble des organismes vivants n'ayant pas d'attache directe avec le fond ou la côte et passant leur vie entièrement ou partiellement dans le milieu liquide dans lequel ils flottent plus ou moins passivement" (Séguin et al., 1977).

La principale caractéristique de cette zone est la présence d'eaux profondes et "upwelling" conduisant à un enrichissement de l'eau côtière dans les nutriments et une haute productivité biologique. Cette zone est considérée comme la plus productive car elle est soumise à un surendettement continu (Minas et al., 1982; Binet, 1991; Makaoui et al., 2000) (figure I).

Donc la zone est riche en éléments nutritifs indispensables pour le développement du phytoplancton, base alimentaire de tous les réseaux trophiques. De même elles ont des conditions favorables pour leur développement (Furnestion, 1959).

Au sud, les biomasses moyennes du zooplancton enregistrées sont de 157,7 et 163 mg/m<sup>3</sup> respectivement en été et en automne. La distribution spatiale des biomasses révèle un gradient positif nord – sud. La zone Dakhla – Cap Blanc étant la plus riche en zooplancton et abrite deux foyers de fortes biomasses: le premier au large de la baie de Cintra et le deuxième, le plus important, près du Cap Blanc (Berraho, B., Soumoue, L., Bai, T. B., Daoudi, M., Benazzouz, C., et Chioua, J., 2014)

## **2 Caractérisation physico-chimique de l'eau**

Notre zone d'étude est fortement exposée aux effets du réchauffement climatique sur la communauté de poissons structure et fonction, principalement en termes de changements dans la répartition des espèces et les habitats (Kaimuddin et al., 2016; Gamito et al., 2015), qui peuvent produire de forts changements dans l'organisation des communautés de poissons au sud marocaine. L'extension vers le nord des espèces tropicales et subtropicales est observée dans les eaux espagnoles et françaises (Quero, 1998; Bañón et al., 2002), mais reste très peu étudiée dans la banque saharienne. Cette perspective demande l'acquisition de connaissances de base sur les communautés de poissons dans cette zone mal étudiée.

## **2.1 .Température**

La température est un facteur abiotique, physique qui influence énormément l'écologie des espèces aquatiques. Dans notre zone d'étude, elle est caractérisée par une faible variation sous le contrôle de vent. En période de printemps elle est de l'ordre 18.1°C et 20.6°C, et en été elle varie aussi entre 15.7°C et un maximum de 21.4°C (Somoué et Berraho, 2013).

Quelle que soit la saison (fin de l'hiver, printemps et automne), les isothermes de surface étaient plus ou moins parallèles à la côte et de température croissante de la côte vers le large vers le Sud ce-ci est presque pareil pour toutes les saisons de l'année. (Furnestin 1957), (Chbani, 1985) et (Laroche et Idelhaj 1988).

## **2.2 Salinité**

La salinité est la masse de sels contenue dans 1 kg d'eau d'océan aussi l'une des caractéristiques physico-chimiques de l'eau contrôle plusieurs autres paramètres.

Dans notre zone d'étude la salinité croissante de la côte vers le large et du nord vers le sud, ce-ci est presque pareil pour toutes les saisons de l'année (Furnestin, 1957). Des affleurements d'eaux froides du fond sont donc observés près de la côte aux trois saisons. Des données plus récentes des campagnes océanographiques à bord du navire russe AtlantNiro, entamées le long de la côte atlantique marocaine de 1994 à 1998, ont montré d'une légère augmentation de la salinité. Les régions les plus affectées par cette variabilité ont concerné la zone cap Juby (Tarfaya)-cap Blanc (Lagouira), en particulier cap Juby-Dakhla (Berraho, 2007). (Amenzou, 2010)

## **2.3 L'oxygène dissous**

L'O<sub>2</sub> dissous dans l'eau d'océan est un facteur abiotique chimique, il provient de l'échange eau-atmosphère et de la photosynthèse. Il se perd par la respiration (activité biologique) et par l'oxydation chimique de divers composés. Les eaux des résurgences sont moins oxygénées (5.5 mg/l) par rapport à celles de surface. Ces dernières sont très saturées en oxygène dissous (8 mg/l) (Berraho, Soumoué et al. 2014)

La solubilité d'oxygène dissous diminue avec l'augmentation de la température et salinité.

### 3.Caractéristiques de l'espèce *Plectorhynchus mediterraneus*

#### 3.1 Taxonomie (worms)

<b>Règne</b>	Animale
<b>Embranchement</b>	Vertébrés
<b>Sous embranchement</b>	Gnatostomes
<b>Classe</b>	Actinopterygii
<b>Ordre</b>	Perciformes
<b>Sous-ordre</b>	Percoidei
<b>Famille</b>	Haemulidae
<b>Sous-famille</b>	Plectorhinchinae
<b>Genre</b>	Plectorhynchus
<b>Espèce</b>	Plectorhynchus mediterraneus

#### Noms scientifiques encore en usage (FAO) :

- *Diagramma mediterraneum* Guichenot, 1850
- *Parapristipoma mediterraneum* (Guichenot, 1850)

#### Noms vernaculaires (FAO) :

- **Anglais :** Rubberlip grunt
- **Français :** Diagramme gris
- **Espagnole :** Burro chiclero
- **Italien :** Pesce burro

#### Noms locaux :

- **Maroc :** Abadich
- **Mauritanie :** khadem al hout

#### 3.2. Caractéristiques morphologiques

▪ **Caractères distinctifs :** Corps oblong, comprimé. Tête relativement petite, continue environ 3,3 fois dans la longueur standard, et plus courte que la hauteur du corps; museau plus long que le diamètre de l'œil; bouche petite, légèrement oblique, le maxillaire ne dépassant

pas en arrière le niveau du bord antérieur de l'œil; lèvres relativement épaisses; menton avec 6 pores antérieurs mais sans fossette médiane; préopercule à bord droit, denticulé Dents pointues disposées en bande sur les mâchoires, celles de la rangée externe légèrement plus grandes à la mâchoire supérieure. Sur le premier arc branchial 19 ou 20 branchiospines inférieures. Nageoire dorsale à 11 ou 12 épines et 17 à 19 rayons mous; anale à 3 épines et 8 ou 9 rayons mous. Ecailles petites, cténoïdes; 54 à 57 écailles perforées sur la ligne latérale (FAO).

▪ **Coloration** : brun à reflets violets, plus foncé sur le dos, à reflets argentés sur le ventre.

▪ **Taille** : Maximum: 80 cm; commune jusqu'à 60 cm.

### **3.3. Caractéristiques éco biologiques**

Le Diagramme Gris se reproduit au printemps sa nourriture généralement des zooplancton, des crustacés, des invertébrés benthiques<sup>1</sup>.

L'écologie alimentaire est souvent spécifique à l'écosystème (Hanson et Chouinard, 2002), dans notre zone le diagramme gris se nourrit d'invertébrés benthiques et de zooplancton.<sup>1</sup>

### **3.4. Exploitation et utilisation**

L'exploitation de ces ressources a connu une évolution considérable depuis le début des années soixante-dix, atteignant 60% de l'activité de la pêche nationale. Cette évolution est liée, d'une part, à l'augmentation du nombre d'unités de pêche et, d'autre part, à la diversification des techniques de pêche (pêche en haute mer, pêche côtière et pêche artisanale) (état des stocks, INRH).

Deux types de structures abritant les débarquements de produits de la pêche: les sites de pêche (villages de pêcheurs et sites de débarras équipés) et les ports de débarquement.

La flotte opérationnelle enregistrée dans ces ports se compose de 5545 bateaux de pêche artisanale, 351 navires côtiers et 15 navires offshore (INRH, 2014).

Le diagramme gris est exploité par la pêche artisanale à l'aide des filets maillants et palangres de fond et des lignes à main et capturé occasionnellement aussi par des chaluts,. En 1983, 57 t sont capturés en Espagne (statistiques FAO), 14 t au Maroc. Cette espèce est présente

---

<sup>1</sup> [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)



régulièrement sur les marchés du Maroc, occasionnellement, voire rarement ailleurs et elle est commercialisée fraîche.



Figure 2. Anatomie du poisson

### 3.5. Distribution géographique

Le diagramme gris est présente principalement dans l'Atlantique Est, du Portugal à l'Angola (Fisher et al., 1981)

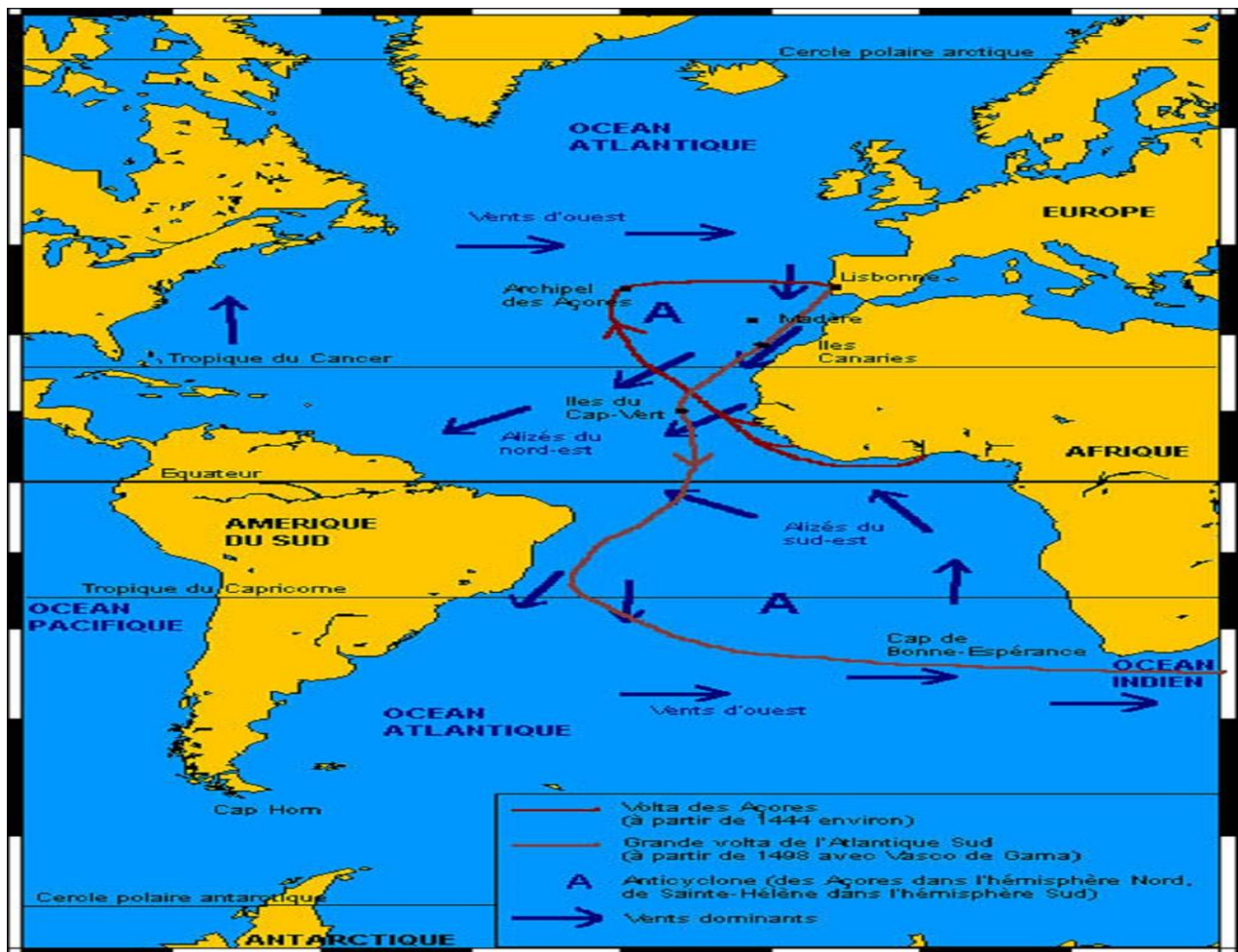


Figure 3. Distribution géographique (FAO)

### 3.6. Habitat

#### Habitat et biologie :

Le diagramme gris est une espèce demersale qui vit sur les fonds sableux, vaseux, de graviers et d'herbiers à posidonies dans les eaux côtières de 10 à 150 m de profondeur (Fisher et al., 1981).

## **Chapitre 2 : Matériels et méthodes**

## **Introduction**

La détermination exacte de l'âge des poissons est un des plus importants éléments pour l'étude de la dynamique de leurs populations. Elle constitue la base des calculs menant à la connaissance de la croissance, de la mortalité, du recrutement et autres paramètres fondamentaux de leurs populations et elle nous propose des mesures de réglementation en vue de leur exploitation rationnelle,.

L'âge de beaucoup d'espèces de poissons peut être déterminé à partir de discontinuités se produisant dans leurs structures squelettiques. Ces discontinuités peuvent résulter soit de changements (tels que la température) dans le milieu où se trouve le poisson, soit de changements (tels que la reproduction) dans la physiologie du poisson. Cependant, de nombreux poissons vivent dans un milieu si uniforme qu'il ne se produit pas de discontinuités dans leurs structures squelettiques et la détermination de l'âge de ces poissons doit être effectuée directement, elle peut même parfois être impossible (FAO).

### **2.1. Méthode directe**

Presque toutes les structures squelettiques ont été utilisées pour la détermination de l'âge des poissons. Parmi elles, les otolithes et les écailles sont utilisés le plus largement parce qu'il est facile de les prélever et de les conserver. Les os minces de la tête et les ceintures pectorale et pelvienne ont aussi été utilisées. Bien qu'il soit facile de conserver ces os à sec, leur préparation est longue. Il faut enlever la chair en les faisant bouillir dans l'eau et ensuite enlever la graisse avec un solvant, autrement ils rancissent quand on les conserve. Les vertèbres sont utilisées couramment pour les rajidés qui n'ont pas de grands otolithes osseux .

Quand on commence les recherches il est bon d'examiner plusieurs structures différentes pour voir laquelle donne les meilleurs résultats. Dans quelques cas deux méthodes se compléteront mutuellement (FAO).

Nous ne décrivons que les méthodes de lecture des otolithes et des écailles car ce sont les deux structures les plus largement utilisées pour la détermination de l'âge. La plupart de ces méthodes sont également applicables à la lecture des autres structures avec peu ou pas de modification.

## 2.2. Ecailles

Les écailles des poissons se sont de véritables petites tuiles sous la couche la plus superficielle de la peau nommée l'épiderme .Ce sont des productions du derme d'origine sous l'épiderme (fig1).

Certes, il y a des poissons sans écailles comme les murènes, les congres et les poissons chats...

Les écailles ont un rôle dans l'hydrodynamisme afin d'éviter la formation de turbulence et le mucus favorisant ainsi l'écoulement de l'eau le long du corps. Ils jouent aussi un rôle protecteur. Les écailles sont proportionnelles à la taille du poisson ; ils s'accroissent au fur et à mesure que le poisson grandit (Fig2). Cet accroissement dépend de la saison il est ralenti en hiver. L'évaluation de l'âge d'un poisson par l'examen des écailles est dite scalimétrie (Bellamy Elise, Caill-Milly Nathalie, Lissardy Muriel et Mahe Kelig al..2015 ).

À partir de la documentation concernant la détermination de l'âge, nous observons que l'utilisation des écailles est difficile à cause de leur uniformité.

La lecture de l'âge à partir des écailles est tellement difficile que les tentatives faites pour établir l'âge du Diagramme gris en faisant usage à l'interprétation des signes produits sur les écailles par les changements de saison sont très décourageantes et qui a préféré utiliser les otolithes parce qu'ils offrent la possibilité d'une interprétation plus facile et meilleure (fig3).

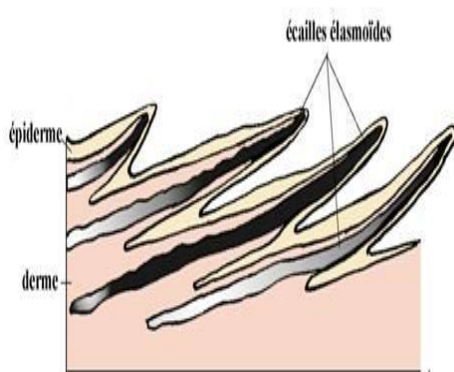


Figure 4 : Formation des écailles

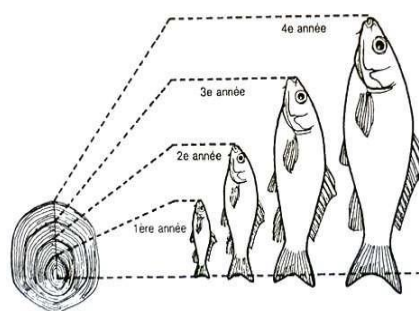


Figure 5: Formation des anneaux en fonction de la croissance



Figure 6. Ecaille



Figure 7. Ecaille régénérée

### 2.3. Otolithes

Les otolithes (du grec « pierres d'oreille ») sont présents dans la tête de tous les poissons sauf les requins, les raies et les lamproies. Ces pierres blanches nacrées ont à peu près la taille d'un poids et se trouvent dans le crâne du poisson, juste sous l'arrière du cerveau (Fig 5). Les otolithes ne sont pas reliés au crâne, mais « flottent » librement derrière le cerveau, à l'intérieur des conduits mous et transparents de l'oreille interne (Bellamy Elise, 2015). Chaque poisson a trois paires d'otolithes : une paire de grands otolithes (*sagittae*) et deux paires d'otolithes plus petits (*lapilli* et *asterisci*). Ce sont les grands otolithes qui servent habituellement à déterminer l'âge. Les plus petits ont à peu près la grosseur d'une tête d'épingle. Malgré sa petite taille, le *lapillus* est l'otolithe qu'on utilise le plus fréquemment pour connaître les accroissements quotidiens.

Parceque les otolithes sont des pierres et non des os, ils durent plus longtemps que ces derniers. En fait, leur croissance est un processus unidirectionnel : de nouveaux dépôts se forment à la surface externe, mais les matières déjà déposées sont inaltérables. Cela explique pourquoi les otolithes peuvent former et garder des structures aussi délicates que des anneaux quotidiens, alors que les os ne pourraient pas le faire (Caill-Milly Nathalie, 2015).

Les otolithes ont une forme distinctive qui est caractéristique de l'espèce de poisson à laquelle ils appartiennent. Autrement dit, des espèces de poissons différentes ont des otolithes de formes différentes. En réalité, la forme des otolithes est si distinctive que les biologistes peuvent utiliser les otolithes récupérés dans les estomacs et les déjections de phoques et



d'oiseaux pour déterminer le type de poisson qu'ils ont mangé. La taille des otolithes peut même servir à indiquer la taille du poisson consommé (Lissardy Muriel et Mahe Kelig, 2015).

On conserve généralement les otolithes sagitta (fig 6), car ils sont plus grands et plus faciles à trouver.

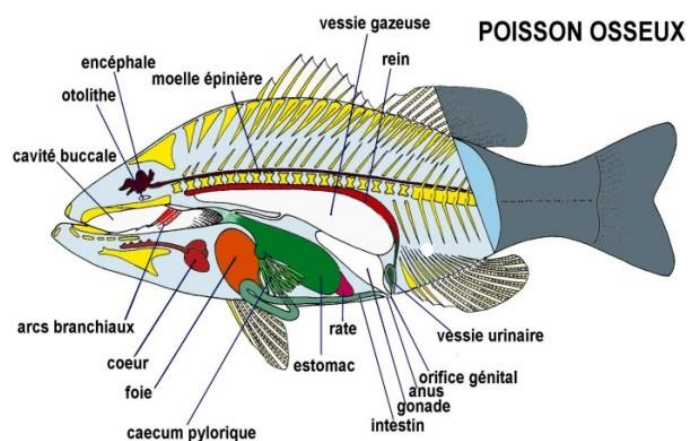


Figure 8. L'emplacement de l'otolithe (PC)



Figure 9. Paires des otolithes (Sagitta)

#### **2.4. Prélèvement, stockage et préparation des otolithes**

Pour extraire cet otolithe nous pratiquons l'élimination des branchies en revers de l'opercule puis on procède au nettoyage sous le robinet pour voir la localisation de l'otolithe et pour faire l'ouverture de cerveau à l'aide d'une lame scalpel. A L'extrémité du squelette et sous le crane exactement, légèrement en arrière des yeux, on réalise une entaille transversale, un peu oblique et assez profonde au niveau du cerveau (Fig 7,8,9).

Les otolithes enlevés sont alors lavés puis conservés à Sec dans des Tubes numérotés avec leur date de prélèvement (Fig 10).

Pour la lecture des otolithes nous avons utilisée deux techniques différentes de préparation pour faciliter l'observation directe sous la loupe binoculaire et de mensuration pour valider l'âge par la méthode de retro calcul :

- La méthode de brulage de l'otolithe à l'aide d'une flamme
- La méthode de réalisation des coupes minces au niveau de nucléus à l'aide d'une tronçonneuse.





**Figure 10. Mensuration et classification**



**Figure 11. Nettoyage et Ouverture de la crane**



**Figure 12. Prélèvement de l'otolithe**



**Figure 13. Conservation des otolithes**

### 3. Méthode de Brulage

L'ensemble du processus devrait prendre maximum 10 minutes entre le brulage et la coupure.

- La combustion est réalisée en tenant l'otolithe avec un pari de pince juste au-dessus de la flamme de manière horizontale. L'otolithe à la surface sera perpendiculaire à la flamme.
- Maintenir l'otolithe de sorte que la flamme de lampe à alcool visible soit environ un centimètre au-dessous du corps principal de l'otolithe et avec des mouvements de va-et-vient rapides afin d'uniformiser le brûlage sur toute la surface de l'otolithe et pas seulement en dessous de la combustion de l'otolithe.
- L'opération du brulage ne doit pas prendre que 5 à 45 seconde selon la taille du poisson et en regardant l'opération de brulage avec attention (le brûlage est arrêté au moment du passage de la couleur de l'otolithe du blanc au jaune rougeâtre) c'est à dire qu'on est besoin seulement de bruler légèrement le produit inodore jusqu'à ce qu'il change de tonalité de café (brunejaunâtre)(Fig11).

Nous avons noté que le temps de brûlage nécessaire augmente avec la taille de l'otolithe et par suite avec celle du poisson. Nous donnons ci-après les temps moyens nécessaires pour brûler correctement.

Tableau 1. Otolithe en fonction des tailles de poisson

Taille du poisson (cm)	17	22	27	32	37	42	47	52
Durée de brûlage (s)	5	8	13	15	25	30	38	41

En passant vers la coupure :

- Suite de changement de couleur et en assurant de ne pas le toucher avec les mains (car elle sera très chaude du processus de bourdonnement) en mettant directement l'otolithe dans un Becher de 250 ml qu'est rempli par l'eau froide de robinet (28°) (Fig12).

Avec le bout de doigts, en plaçant la coté concave de l'axscenseur avec la coté du sommet vers le haut de la pointe de doigt avec l'autre main en faisant la coupure et donc en plaçant l'ongle sur au dessus et appuyer faiblement. Avec le choc thermique, l'otolithe sera très

fragile et se coupe directement au niveau de centre de gravité (necleus) comme l' indique (BELGHALEM, 2014).

La coupure se fait soit par la main ou avec l'aide de pinces fines, d'un scalpel ou d'un cutter (Fig13). Les morceaux cassés peuvent ensuite être fixés sur la pâte à modeler et badigeonnés avec de l'huile éclaircissante (huile de sèvre) pour une observation sous une lumière incidente

Le polissage :

La coupe est polie sur deux graduations des papier de verre (abrasifs) 800 et 1200 très fin pour obtenir une surface plane, ce qui permet la mensuration des couches concentriques autour du centre de l'otolithe; cependant la coupe non polie donne parfois une image plus claire des anneaux, l'application des deux techniques avec la paire d'otolithes permet de choisir la meilleure.

- L'opération de polissage doit se faire lentement et avec une grande attention car nous avons remarqué que l'otolithe brûlé entier s'effrite au moment du polissage. Par contre, la coupe brûlé reste intacte après un bon polissage (Fig 14).

Nous schématisons les diverses étapes de cette technique de la manière suivante :

### **Brûlage sur lampe à alcool**

### **Coupe d'otolithe**

### **Polissage sur un papier de verre**

### **Lecture à l'aide d'huile de cèdre**



**Figure 14. Opération du brulage**



**Figure 15. Choc thermique de l'otolithe**



Figure 16. Coupure d'otolithe

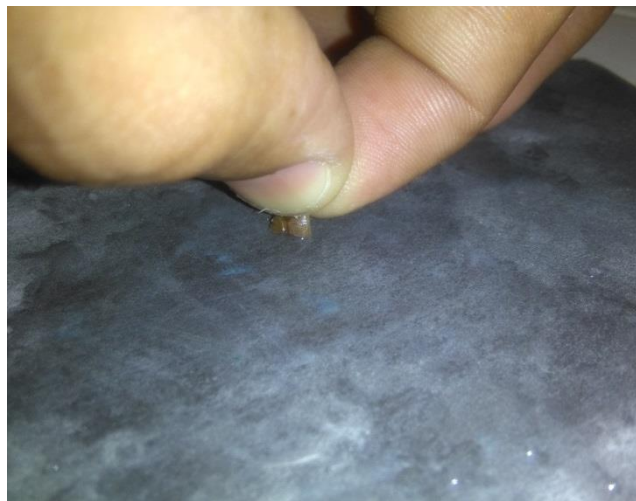


Figure 17. Polissage





## **4. Méthodes des Coupes minces**

Les coupes fines sont le meilleur outil d'étude des annuli d'otolithe et peuvent également servir à examiner les marques de croissance journalières de gros otolithes. Elles sont normalement obtenues au moyen de coupes transversales au niveau du noyau des otolithes. La méthode éprouvée décrite permet d'enrober et de réaliser des coupes d'otolithes d'une longueur supérieure à 3 mm comme indique (**Dufour Jean-Louis ,2011**), à l'aide d'une scie Isomet, pour la préparation de lames d'otolithes individuels.

### **4.1 Emplacement du Necléus :**

Le noyau est spécifique à l'espèce situé à peu près au centre de l'otolithe mais légèrement plus près de la tribune du poste et à mi-chemin entre le bord dorsal et ventral de la pointe de la tribune et le point central de la tribune.

- On utilise un crayon (pas un stylo) pour marquer le parcours pour casser ou crever un otolithe en deux (Fig15).

### **4.2. Préparation de la résine d'enrobage**

La première étape consiste d'assurer que les moules sont propres et de nettoyer la résine, puis on a graissé les moules avec une pate finition (cire) à l'aide Golgate+ TALCE et cela agit comme un agent de libération et on applique une mince couche de la cire dans le moule sur les parois dans les coins et dans les crêtes en évitant toute accumulation de cire parce qu'on cherche une couche mince pour l'enduire (Fig 16).

L'étape suivante consiste à placer un morceau de spaghetti dans l'encastrement le plateau d'une seule pièce verticalement sur la côté gauche de moule (il sera utilisé comme référence plus tard une fois que l'échantillon est coupé plusieurs fois) (Fig 17).

Passant vers la préparation de résine qui forme après séchage une substance claire et dure, facile à manipuler, cette étape doit être réalisée sous la hotte afin de préparer une solution de résine epoxy contient 20ml de résine+1 Goutte d'un catalyseur+1 Goute de durcisseur. Les gouttes de catalyseur sont ajoutées à la résine en fonction du volume de résine. Le mélange doit être ensuite remué. Cette étape doit être assurée correctement parce que l'ensemble peut provoquer une réaction exothermique si elle serait mal préparée.

Une touillette plate pour mélanger la solution doucement et on remue lentement sans sortir le bâtonnet. On doit bien racler les coins et la coté de paroi, le mélange au début devient opaque (causé par l'ajout de durcisseur) puis redevient transparent.

Dès que la solution est prête, on verse doucement et suffisamment du mélange dans le plateau pour couvrir le spaghetti et on remplit les coins de même façon (Fig 18).

On ferme le plateau de la hotte pour quelques minutes..

La solution est prête et les noyaux sont déjà marqués, on place les otolithes de façon consécutifs sur le sillon (partie convexe) de sorte que les noyaux marqués soient visibles et alignés sur les lignes gravées sur le plateau (Fig 19).

Une nouvelle liste de la moule est faite (la répartition des otolithes) sur un journal détaillant les positions des otolithes par rapport au spaghetti.

Une fois toutes les otolithes sont fixés un second lot de la résine époxy, comme le premier, sera préparé mais avec 2 gouttes de durcisseur et 2 gouttes de catalyseur et on verse la couche supérieure sur la vieilles listes que nous avons placés sur les lignes dans notre moules en assurant qu'il est uniformément répartie sur toutes le plateau.et maintenant on laisse la plaque dans la hotte pendant 24h pour bien durcir (Fig 20).

Si le résine est bien séché on défait les boulons en haut des plateaux puis les vis sur le fond de l'assiette et enfin à l'aide d'un couteau elle sera libérée (Fig 21).

A l'aide d'une tronçonneuse à un diamant de 7 mm on a fait des coupes minces.

En tenant compte le diamètre de diamant, on a préparé des coupes de diamètre 3 à 5 mm c'est à dire les mesures dans la tronçonneuse seront de l'ordre de 10-12 mm, la coupe bord roue avec un montage encadre la base de coupe d'une sortie d'eau et un plateau d'accueil avec drainage (l'eau pour laver la poussière et faciliter la coupure), la plaque doit être mise perpendiculairement à la ligne horizontale ( **Dufour Jean-Louis, 2011**).

La procédure consiste à enlever une bande de quelque millimètre à travers le milieu de chaque otolithe sur la plaque (Fig 22).

Lorsqu'on obtient des coupes minces directement on la numérote avec les anciennes listes de référence sur la bande de coupe.



Et il reste maintenant que le polissage : à l'aide de deux graduations de papier abrasif 600 et 1200 et des gouttes d'eaux, on fait le polissage jusqu'on obtient des coupes claires (Fig 23).

Et enfin la lecture, les coupes peuvent également être manipulés dans des cellules d'observation individuelles remplies de liquide éclaircissant (eau, alcool, mélange eau-alcool).

On résume les diverses étapes de cette technique de la manière suivante :

Emplacement du Necléus

Préparation de la résine d'enrobage ( deux couches)

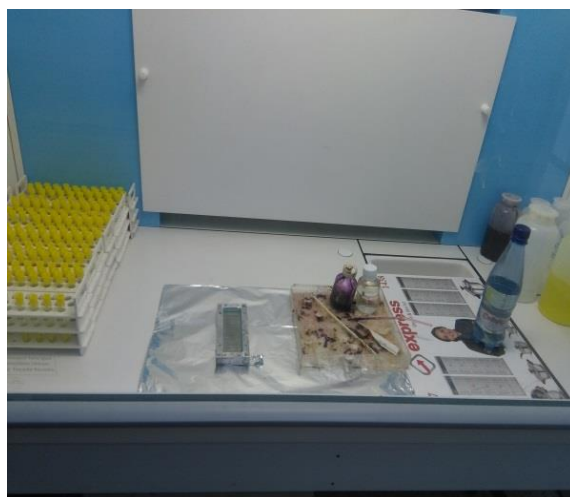
Coupure des otolithes à l'aide d'une tronconneuse

Polissage sur un papier de verre

Lecture à l'aide d'huile de cèdre



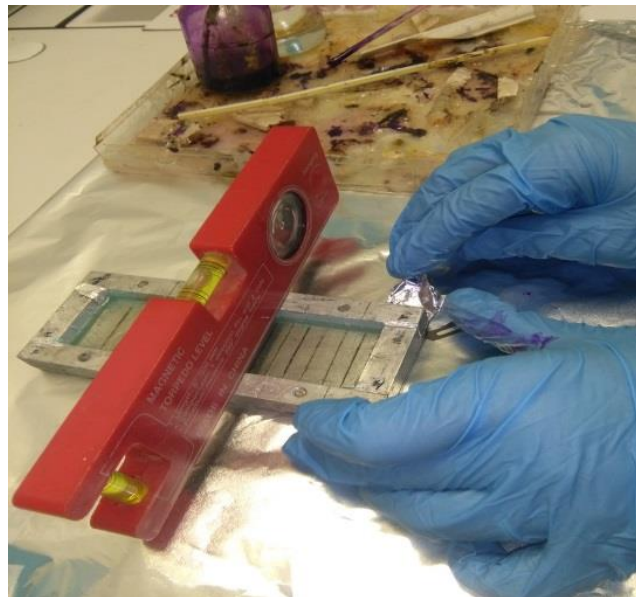
**Figure 18. Marquage de nucleus**



**Figure 19. Préparation de la résine d'enrobage(1 ère couche)**



**Figure 20.** L'emplacement d'un morceau spaghetti comme référence



**Figure 21.** vérification de l'uniformité de répartition de la résine



**Figure 22. Emplacement des otolithes**



**Figure 23. Préparation de la résine (deuxième couche)**



**Figure 24. Libération de la plaque**



**Figure 25. Coupure à l'aide d'une tronçonneuse**



Figure 26. Polissage

## 5. Lecture d'âge

Les otolithes sont probablement le meilleur reflet permanent de la croissance du poisson puisqu'elles ne connaissent aucune résorption osseuse et semblent recevoir un dépôt chaque année. Cependant, si le poisson doit être gardé vivant, d'autres structures devront être utilisées **(CHILTON Et BEAMISH, 1983)**.

Une fois que les otolithes ont été bien brulés on les met sur la pâte à modeler perpendiculairement sous la loupe binoculaire :

Une l'otolithe polie on le met dans une plasticine et que la surface de la coupe est exactement perpendiculaire à la surface de la lentille de loupe.

Ensuite on applique l'huile de cèdre à la surface de l'otolithe afin d'améliorer et perfectionner la lecture avec la loupe.(Fig 24)

L'huile est essentielle pour regarder les anneaux à la loupe car les bandes de croissance seront pratiquement interruptibles sauf si l'huile est mise en surface.

On a utilisé l'huile de cèdre même pour les coupes minces des otolithes car elle est non toxique et a une odeur agréable, tous types d'huile non toxique pourront être utilisé.

Et enfin on concentre l'otolithe sur l'écran. La mise au point doit être ajustée, aussi la lumière de la loupe et même de la salle de pratique (on a travaillé dans l'obscurité totale) afin d'obtenir l'image la plus claire possibles après 2 lecteurs indépendants qui on estimée l'âge avec une concentration pour à la fin prendre les mesures sur Excel et enregistrer l'image sous l'extension TTIF une caméra numérique.(Fig 25)

Les coupes minces ont été aussi photographiées avec une caméra numérique (Infinity Lite 0,5X) fixée sur une loupe binoculaire, visualiser sur un écran de PC à haute résolution (24''), les images de ces pièces. Par la suite, toutes les images ont été calibrées, puis les mensurations et la quantification d'âge ont été prises avec une précision (Fablet et Ogor, 2005), Donc si on résume Les pièces calcifiées, et principalement les otolithes, peuvent être enrobés dans un produit transparent, classiquement de la résine polyester pour inclusion hautement transparente, sur des supports avec des cavités ou sur des plaques porte-objet en plastique noir. Le fond noir de ces dernières fournit un meilleur contraste pour l'observation des annuli. Cette technique, issue des méthodes décrite en premier par (Parrish et Sharman 1959), Raitt (1961) et Watson (1965), est utilisée pour des observations en lumière réfléchie de la face externe des sagittae d'espèces Demers- aux (surtout Diagramme gris). Elle convient également pour l'observation en lumière incidente de la surface de petites PC et fournit une méthode de conservation à long terme permettant de refaire des relectures a tout moment. La lecture d'âge a été faite sur 126 otolithes par deux lecteurs indépendants.(Fig 25)



**Figure 27. Lecture des otolithes Brulés**





**Figure 28. Lecture des coupes minces**

## **6. Relation entre la longueur totale du poisson et le rayon de l'otolithe**

Le but d'avoir les mesures qui ont été faites sur les otolithes (sagittae) et d'étudier la périodicité d'apparition des anneaux par l'intermédiaire de la relation entre le rayon de l'otolithe (R) et la longueur totale du poisson. On doit les prendre en respectant une direction définie qui passe par le centre du noyau (neucleus) et le sommet ou bien l'extrémité de l'otolithe de même coté c'est-à-dire de mettre un repère comme référence pour toutes les lectures . Pour connaître le mode d'association de rayon de l'otolithe avec la longueur du poisson, nous avons calculé le coefficient de corrélation « r ». Par la méthode des moindres carrés, nous avons calculé l'équation de la droite représentative de tous les points à partir de 215 couples de données pour les otolithes ( $18 \leq LT \leq 52$ ).

L'équation est déterminée en utilisant l'expression suivante :

$$Lt = a Rt + b$$

Avec :

Lt : longueur totale du poisson (mm).

Rto : rayon total de l'otolithe du même poisson (mm).

a : pente de la droite de régression.

b : l'ordonnée à l'origine de la droite de régression.



A l'aide de cette relation, les tailles qu'avaient les poissons lors de chaque anneau hivernal formé peuvent être rétro calculées. Une fois que le rayon de l'otolithe est connu, le passage à celle du poisson devient facile et inversement.

## 7. Dépôt des anneaux et croissance marginale

L'importance de la périodicité du dépôt des anneaux conditionne la connaissance de l'âge et même toute la biologie de l'espèce. La croissance des otolithes correspond à un dépôt stratifié et progressif d'éléments minéraux d'origine exogène (alimentation), qui est le même pour toutes les autres pièces osseuses. Le suivi de l'évolution de l'accroissement (ou allongement) marginal (AM) de l'otolithe permet de préciser, indifféremment des âges, la période de formation de la ligne d'arrêt de croissance. Cet accroissement marginal s'exprime par la relation:

$$AM = (R - R_n) / R_n - (R_n - 1)$$

Où:

AM: accroissement marginal de l'otolithe (mm).

R: rayon de l'otolithe (mm).

R<sub>n</sub>: rayon du dernier anneau d'arrêt de croissance formé (mm).

R<sub>n</sub> - 1: rayon de l'anneau qui précède R<sub>n</sub> (mm).

L'apparition des anneaux d'arrêt de croissance a été déterminée par la simple mesure de l'allongement marginal (AM).

Donc l'accroissement marginal par définition est la distance entre le dernier anneau de faible croissance et la bande extérieur de l'otolithe (**Stequert, 1971**). La connaissance de la date de capture et de la période de reproduction est nécessaire pour déterminer la date de formation et d'apparition d'anneau d'arrêt de croissance (**Gordoa ,2000**). Dans notre Travail, la croissance marginale a été suivie pendant un cycle annuel (janvier 2009- décembre 2017).

## 8. Détermination de l'âge par la méthode rétrocalcul

L'existence d'une relation linéaire entre la taille de l'otolithe et celle du poisson nous guide à utiliser la formule de **Lea (1910)** dont le principe est le suivant : chaque fois qu'une zone de moindre croissance s'inscrit sur l'otolithe, la distance du nucleus à cette zone est proportionnelle à la longueur du poisson lors de la formation de cette dernière ».

Si « ei » représente le rayon de l'otolithe à l'époque « i » de formation du « ième »

Anneau hivernal, la taille « Li » du poisson atteinte à cette époque lui est reliée par l'expression :

$$Li/ei = L/Rt \text{ d'où: } Li = L. ei/Rt$$

Où :

L : longueur mesurée au moment de la capture (en mm).

Rto : rayon de l'otolithe mesuré au moment de la capture (en mm).

**Lee (1912)**, pense que l'explication de **Lea** n'est pas proche de la réalité. On se basant que le poisson a déjà une certaine taille lorsque l'écaille apparaît. Lee reprend donc l'équation de **Lea** à laquelle il adjoint un terme correctif «b ». Son

Équation devient :

$$Li = (L. ei/Rt)+b$$

La valeur « b » est égale à l'ordonnée à l'origine de la droite de régression,

Donc nous donne la relation entre le rayon de l'otolithe et la longueur totale du poisson.

## 9. Etude de la croissance

Le climat est un facteur abiotique qui conditionne la croissance chez les poissons téléostéens. De façon qu'on observe selon le cycle biologique de diagramme gris la présence de deux périodes de croissance; l'une rapide pendant la saison chaude, et l'autre lente pendant la saison froide. L'étude de la croissance est élaboré pour exprimer la variation de la longueur et le poids des individus en fonction de leur âge.

## 9.1. Modélisation de la croissance

Il existe plusieurs modèles mathématiques pour modéliser la croissance au niveau des Poissons. Des études et résultats détaillées en a été faite par Beverton et Holt (1957), Ursin (1967), Ricker (1980), Gulland (1983), Pauly (1984), Sparre et Venema (1996) et Pauly et Moreau (1997).

Le modèle le plus utilisé reste celui de Von Bertalanffy (1938). Partant des observations physiologiques, Von Bertalanffy (1951, *dans* Pauly et Moreau, 1997) Montre que la croissance des poissons est le résultat de deux processus Antagonistes c'est-à-dire que la croissance est une période de la vie durant laquelle l'anabolisme l'emporte sur le catabolisme.

-Anabolisme : synthèse de molécules complexes à partir de molécules simples (croissance élever )

-Catabolisme : synthèse de molécules simples à partir de molécules complexes (croissance diminuer)

La croissance étant supposée isométrique, S est proportionnelle au carré de la longueur et W à Son cube. Ainsi, de l'équation ci-dessus, on peut déduire le modèle décrivant la variation du Taux instantané de croissance en longueur en fonction de la taille tel que :

$$dW/ dt = HS DW$$

Où :

S = surface absorbante

W = poids

dW = variation de poids pendant le temps dt

H = coefficient d'anabolisme

D = coefficient de catabolisme.

## 9.2. Croissance linéaire absolue

L'intégration de cette équation différentielle conduit à la forme qu'on rencontre le plus couramment en halieutique est la croissance linéaire :

$$Lt = Linf[1-e^{-K(T-T_0)}]$$

Bien que Von Bertalanffy ait justifié son modèle par des considérations métaboliques, il est préférable de le voir comme un modèle descriptif, et être prudent de ne pas attribuer trop de signification biologique aux paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  qui ne font que résumer l'ensemble des données disponibles.

Et la signification de ces paramètres est comme suit :

**$L_{\infty}$**  = est longueur maximale ou la longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la taille moyenne qu'atteindrait un poisson qui pourrait vivre et grandir indéfiniment ;

**$K$**  = est le coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le poisson croît vers la longueur asymptotique ;

**$t_0$**  = est l'âge théorique pour lequel le poisson a une longueur nulle. Il montre le point de départ de la courbe de croissance sur l'axe des temps si le poisson avait grossi selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy.

Ces paramètres sont donc des valeurs mathématiques et n'ont pas de significations biologiques précises dans le sens strict du terme. Les courbes de croissance ne sont valables en toute rigueur que dans l'intervalle d'âge ou de taille correspondant aux données observées.

### 9.3. Croissance relative ou relation taille-masse

Dans le monde halieutique, l'étude de la croissance relative ou relation taille-masse a comme intérêt d'obtenir deux objectifs : la détermination de la taille des individus à partir du poids et inversement c'est-à-dire permettre d'estimer le poids à partir de la taille (**Beyer, 1991**), le poids à partir de l'âge (**Petrakis et Stergiou, 1995**) et la description des formes, de la surpoids et de ses variations observées au cours de la croissance (**Richter, 2000**) tels que on distingue l'histoire de vie et la morphologie d'une espèce à une autre et entre les populations des différents habitats et ou régions (**Gonçalves, 1997**).

Ces objectifs nous donnent des estimations fiables pour les modèles d'exploitation raisonnée des populations des ressources halieutiques (**Safran, 1992**).

Dans notre travail, à partir de 164 individus répartis avec 78 femelles, 81 mâles et 4 indéterminés on a pu déduire la relation liant la taille-poids. C'est une relation de la forme :

$$W_t = a \cdot L_t^b$$

Avec :

$W_t$  : poids total (g).

Lt : longueur totale (cm).

a : constante.

b : coefficient de croissance relative du poids et de longueur (près de 3).

Pour toute la population et notamment par sexe on a calculé les paramètres a et b et aussi on a établi d'une part une relation entre la longueur totale et poids total et d'autre part une relation entre la longueur totale et le poids éviscéré.

L'obtention des paramètres a et b après une opération logarithmique :

$$\text{Log Wt} = \log a + b \log \text{Lt}$$

Par la méthode des moindres rectangles on a réalisé l'ajustement de ce modèle linéaire aux données longueur-poids observées.

On a comparée statistiquement la valeur de coefficient b est à  $b_0 = 3$  au seuil  $\alpha = 5\%$  à l'aide du test t de Student (**Dagnelie, 1975**) :

$$t_{obs} = \frac{\left( \left| b^2 - b_0^2 \right| \sqrt{n-2} \right)}{\left( 2b_0 \cdot b \sqrt{1-r^2} \right)}$$

Avec :

n : effectif.

b : pente.

$b_0$ : pente théorique ( $b_0 = 3$ ).

r : coefficient de corrélation.

On compare la valeur de  $t_{obs}$  à celle de "t" théorique :  $t_{1-\alpha/2}$  (donnée par le test de Student) où  $\alpha$  représente le seuil de confiance au risque d'erreur de 5% pour  $n - 2$

Degré de liberté. Et donc on trouve trois cas:

si  $b < 3$ , l'allométrie est minorante,

si  $b = 3$ , il y a isométrie,

si  $b > 3$ , l'allométrie est majorante.

Enfin l'existence d'une corrélation entre le Poids à la taille du poisson et la modélisation de la relation était vérifiée par La croissance relative.

L'indice de performance de croissance  $\phi$  a été calculé pour comparer nos résultats avec ceux obtenus à partir des sardines pêchées dans d'autres régions. Il a été déterminé par la formule de Pauly et Munro (1984):

$$\phi = \log k + 2 \log L_{\infty}.$$

#### **9.4. Croissance pondérale absolue**

Pour la recherche d'une relation entre le poids et le temps on peut se baser sur l'équation  $P_e = aLt^b$  qui relie le poids à la taille et sur le modèle de Von Bertalanffy qui décrit le mieux la croissance linéaire en fonction du temps.

Nous pouvons ainsi admettre que la relation :

$$P_e = P_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

peut exprimer l'équation du poids en fonction du temps. Sachant que dans cette formule,  $P_e$  est le poids éviscéré du poisson à l'instant  $t$  et  $P_{\infty}$  est le poids correspondant à  $L_{\infty}$ .

Les paramètres  $k$  et  $t_0$  sont ceux de l'équation de la croissance linéaire absolue. La valeur de  $b$  est le coefficient d'allométrie ou la pente de la droite taille-poids sous sa forme logarithmique. Tous les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy étant connus, le poids pour chaque groupe d'âge peut donc être calculé.

## **Chapitre 3 : Résultats**

### 3.1. Âge

Les otolithes sagittas prélevées sur *le Diagramme gris* ont la forme d'un cœur . Le rostre a une extrémité pointue. Le bord ventral présente une dépression postérieure en forme d'encoche (**Fig29**).

Sur 290 otolithes examinées, 163 (56,206 %) ont été retenues pour la détermination de l'âge. Les 127 restantes (43,793 %) étaient illisibles ou incertaines (présence de cal ou de faux anneaux) aussi des essais pour valider la methode de brulage.

La longueur totale des femelles et des mâles échantillonnés varient entre 18 et 52 cm .

La lecture par brulage (otolithes : 97%) confirme celle obtenus par la lecture des coupes minces des otolithes (otolithes : 98% ).

En général, les anneaux d'arrêt de croissance des otolithes sont clairs et faciles à lire (**Fig30**).



Figure 29: Morphologie des otolithes



Figure 30: les anneaux de croissance chez les otolithes brulés



### 3.2. Périodicité de la formation de l'anneau d'arrêt de croissance

Les résultats du suivi de l'allongement marginal des otolithes par la méthode de brulage et par les coupes minces des otolithes sont indiqués dans le tableau ci-dessous en fonction de l'âge. La valeur minimale de l'accroissement marginal mesuré sur les otolithes est enregistrée en septembre (otolithes :  $0,70 \pm 0,06$  pour la méthode de brulage; otolithe :  $0,60 \pm 0,03$  pour les coupes minces), alors que sa valeur maximale est marquée en juin (otolithe :  $1,2 \pm 0,06$  pour la méthode de brulage ; otolithe :  $1,60 \pm 0,06$ ). La comparaison des valeurs moyennes annuelles de l'accroissement marginal des otolithes brulés et les coupes minces des otolithes par le test ANOVA a montré qu'il n'y avait pas une différence significative entre ces valeurs ( $F_{calculé}=0.288$  ;  $F_{critique}=4.30$ ; probabilité=0.596 ; alpha seuil=0.05).

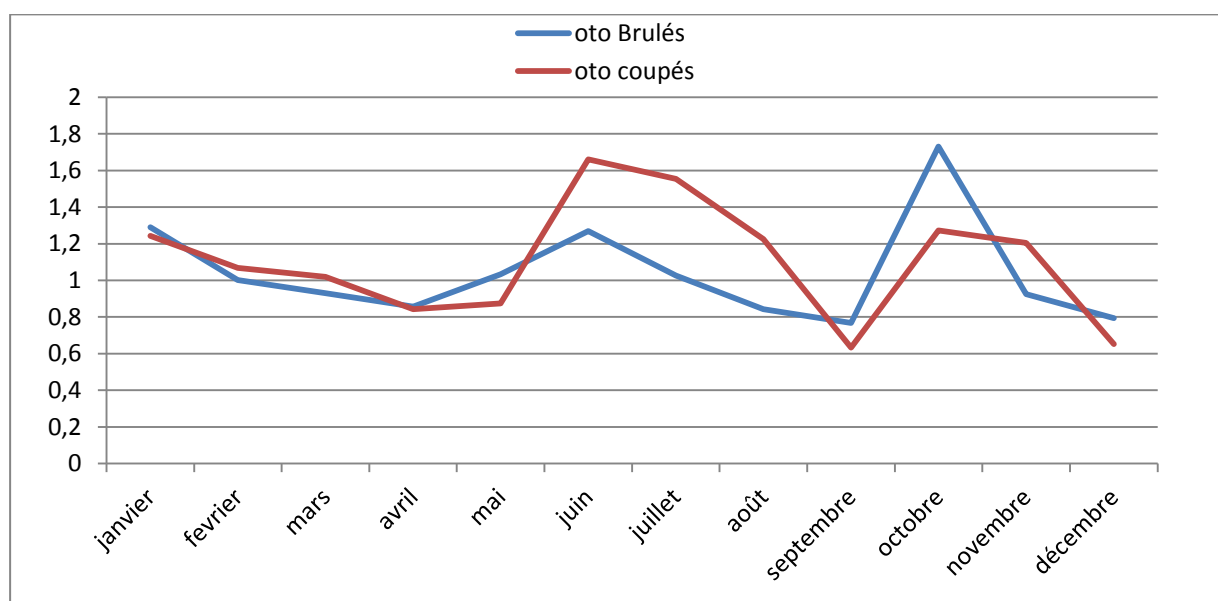


Figure 30. accroissement marginal des otolithes brulés et coupés en fonction des mois

L'échelle temporelle de l'accroissement marginal tout au long de l'année est contrôlée par différents facteurs biotiques et abiotiques :

En hiver, il y a le brassage vertical des eaux aussi des apports terrigènes et les eaux de ruissellement qui vont ramener des substances nutritives en surface, avec luminosité faible et la communauté phytoplanctonique faible donc des faibles valeurs pour l'accroissement.

au fur et à mesure que la luminosité augmente, on assiste à une augmentation de phytoplancton et donc consommation et diminution des éléments nutritifs d'où on observe un pic d'accroissement marginal au mois de juin .

À cause de la diminution des éléments nutritifs par la consommation donc une diminution des phytoplancton (P.I), on remarque une chute accentuée de l'accroissement marginal au mois de septembre.

- En automne, vents brassage pour avoir une disponibilité des éléments nutritifs une faible pic de phytoplancton d'où faible pic de l'accroissement marginal puis la boucle reprend en hiver.

### **3.3. Relation entre la longueur à la fourche du poisson et le rayon de l'otolithe**

Il existe une corrélation très hautement significative entre la longueur totale du poisson ( $L_t$ ) et le rayon de son otolithe ( $R_{to}$ ), qui nous a permis d'effectuer une relation qui relie ces deux paramètres. L'équation exprimant une relation linéaire entre la longueur à la fourche ( $L_t$ ) et le rayon des otolithes brûlés ( $R_{to}$ ) est de :  $L_t = 10.558R_{to} - 2.3168$  (mm) ( $r = 0.9697$  ;  $p < 0,05$ ), et celle exprimant la relation linéaire entre la longueur à la fourche ( $L_f$ ) et les coupes minces des otolithes ( $R_{te}$ ) est:  $L_t = 11.351R_{te} - 5.2243$ (mm) ( $r = 0.8457$  ;  $p < 0,05$ ).

### **3.4 Calcul des tailles moyennes aux différents âges (rétrocalcul)**

La détermination des âges individuels des poissons à partir de la lecture directe des otolithes, nous a permis d'établir des clés âge-longueurs (Tab 1).

Les poissons mesurés sont répartis en classes de tailles de 5 cm d'intervalle. Ces données traduisent l'allure générale de la distribution des tailles pour un âge déterminé et indiquent leurs valeurs extrêmes pour chaque âge. Les tableaux 1,2,3 résument les résultats des longueurs moyennes rétrocalculées pour chaque âge chez la population totale et les sexes séparés (mâles et femelles).

La comparaison statistique (test khie deux) des longueurs totales observées avec celles rétrocalculées déterminées à partir des otolithes a été montré qu'il n'y avait pas des différences significatives entre ces longueurs que ce soit pour la population totale, les femelles et les mâles (Tab 4). L'utilisation du test khie deux pour comparer les longueurs observées et rétrocalculées des femelles avec celles des mâles a été démontré qu'il n'y avait pas des différences significatives entre les deux sexes (Tab 5).

L'âge des poissons échantillonnés a été rangé entre 1-10 ans, avec une prédominance des classes d'âge de 3 à 7 ans pour la population totale (otolithes : 92% individus) et de 1 à 2 ans

pour les femelles (otolithes : 97% individus ; écailles : 97% individus). Les ages du mâle et de la femelle les plus âgés ont été estimés respectivement à 10 ans et 9 ans.

**Tableau 2 : Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2,3,...) d'après la lecture directe des otolithes par brulage et par coupe mince chez la population totale de *Plectorinchus mediterraneus* de sud marocain (C.T : classes de tailles ; N : effectif ; Lf: longueur à la fourche , Pt : poids total ; M : moyenne ; E : écart-type).**

C.T (cm)	Age (années)										N
	1 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>	5 <sup>+</sup>	6 <sup>+</sup>	7 <sup>+</sup>	8 <sup>+</sup>	9 <sup>+</sup>	11 <sup>+</sup>	
Otolithes											
Brulés											
18-23	9	1									10
23-28	7	29	3								39
28-33		1	42	3							46
33-38			1	24	6						31
38-43					13	13	4				30
43-48								2	3		5
48-53										1	1
N	16	31	46	27	19	13	4	2	3	1	162
N %	9.876	19.135	28.395	16.666	11.728	8.024	2.469	1.234	1.851	0.617	100
Lf M	24.25	26.063	29.882	34,387	38,928	40,795	42,85	44,1	44,76	52.2	37,763
E	1.754	1.402	3.196	2.328	1.287	0.924	0.580	0.173	1.270	0	1.05
Pt M	212,87	307,23	487,85	703,22	906.19	1101,15	1380,14	1513	1886,66	2624	944,25
E	35.921	50.741	126.50	108.58	181.13	129.72	73.67	76.36	29,14	0	573,88

C.T (cm)		Age (années)										N	
		1 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>	5 <sup>+</sup>	6 <sup>+</sup>	7 <sup>+</sup>	8 <sup>+</sup>	9 <sup>+</sup>	10 <sup>+</sup>		
COUPES													
MINCES													
18-23		9	1									10	
23-28		7	29	3								39	
28-33			1	42	3							46	
33-38				1	24	6						31	
38-43						13	13	4				30	
43-48									2	3		5	
48-53											1	1	
N		16	31	46	27	19	13	4	2	3	1	162	
N %		8.61	14.96	25.85	25.17	10.88	8.16	3.40	2.04	0.68	0.68	100	
Lt	M	22,58	25,92	30,01	34,3	34,3	37,91	40,85	42,5	44,33	52,2	36,47	
	E	1,59	1,00	1,80	1,97	1,97	1,44	0,84	1,87	0	0	8,91	
Pt	M	M	212,87	307,23	487,85	703,22	906.19	1101,15	1380,14	1513	1886,66	2624	944,25
	E		35.921	50.741	126.50	108.58	181.13	129.72	73.67	76.36	0	0	573,88

**Tableau 3 : Distribution des tailles réelles (en cm) dans les différents groupes d'âge (1, 2, 3,...), d'après la lecture directe des otolithes brulés et les coupes minces chez les femelles (♀) et les mâles (♂) de *Plectorhynchus mediterraneus* (C.T : classes de tailles ; N : effectif ; Lf:longueur à la fourche, Pt: poids total ; M : moyenne ; E : écart-type).**

C.T (cm)		Age (années)																		N				
		1 <sup>+</sup>		2 <sup>+</sup>		3 <sup>+</sup>		4 <sup>+</sup>		5 <sup>+</sup>		6 <sup>+</sup>		7 <sup>+</sup>		8 <sup>+</sup>		9 <sup>+</sup>				11 <sup>+</sup>		
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂			♀	♂	
Otolithes																								
Brulés																								
18-23		5	4																			9		
23-28		1	5	9	10	2	1																28	
28-33				4	5	18	12	1	2														42	
33-38						4	7	12	11	3	3												40	
38-43								1	8	5	5	8	1	3								31		
43-48											2	1		2	2	1						8		
48-53																		1	1					
N		6	9	13	15	24	20	14		21	8	8	8	3	4	2	2		1	1	159			
N %		3.77	5.66	8.17	9.43	15.09	12.57	8.8		13.2	5.03	5.03	5.03	1.88	2.51	1.25	1.25		0.62	0.62	100			
Lt M		23,44	23,23	26,89	26,81	31,14	30,89	34,93	34,88	38,85	38,68	38,85	38,68	38,85	41,02	40,66	42,88	42,78	44	45,65	44.5	52	37,12	
E		1,44	1,82	1,23	1,36	2,08	2,26	1,53	1,82	1,12	1,17	1,12	1,17	1,12	0,77	0,66	0,61	0,67	0	1,9	0	0	7,675	
Pt M		212,38	212,87	309,71	310,70	494	482	703,22	704	895	908	1148	1071	1354	1380	1470	1520	2624			37,124			
E		32,08	35,92	46,83	47,71	121,25	121,42	108,58	86,04	179,75	186,29	100,83	116,40	72,09	73,67	5,65	0	0			7,67			

C.T (cm)	Age (années)																		N		
	1 <sup>+</sup>		2 <sup>+</sup>		3 <sup>+</sup>		4 <sup>+</sup>		5 <sup>+</sup>		6 <sup>+</sup>		7 <sup>+</sup>		8 <sup>+</sup>		9 <sup>+</sup>			10 <sup>+</sup>	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂		♀	♂
COUPES																					
MINCES																					
18-23	4	3																		9	
23-28	2	6	8	10	2	1														28	
28-33			4	5	18	12	2	2												42	
33-38					4	7	10	10	3	4										40	
38-43							2	9	5	4	8	1	3							31	
43-48									2	1	2	2		1						8	
48-53															1					1	
N	6	9	13	15	24	20	14	21	8	8	8	3	4		2		2	1	1	159	
N %	3.77	5.66	8.17	9.43	15.09	12.57	8.8	13.2	5.03	5.03	5.03	1.88	2.51	1.25	1.25	0.62	0.62			100	
Lt M	22,34	22,52	25,94	25,91	30,01	29,95	34,3	34,28	37,91	38,10	40,88	40,87	42,5	43,4	43	43,8	44	52		35,27	
E	2,01	1,66	1,03	0,84	1,80	1,67	18,87	1.88	1.44	1.16	0.87	0,8	0.84	1.40	1.35	1.41	0	0		7,77	
Pt M	212,38	212,87	309,71	310,70	494	482	703,22	704	895	908	1148	1071	1354	1380	1470	1520	2624			37,124	
E	32,08	35,92	46,83	47,71	121,25	121,42	108,58	86,04	179,75	186,29	100,83	116,40	72,09	73,67	5,65	0	0			7,67	

**Tableau 4 : Longueur à la fourche (Lf en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez la population totale de *Plectorinchus mediterraneus* de Sud Marocain (N : effectif, M : moyenne, E : écart-type).**

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7	Lt8	Lt9	Lt10	Lt11
Otolithes												
Brulés												
1+	N	16										
	M	1.53										
	E	0.15										
2	N	31	31									
	M	1.55	2.23									
	E	0.12	0.12									
3	N	44	44	44								
	M	1.54	2.34	2.79								
	E	0.14	0.15	0.24								
4	N	27	27	27	27							
	M	1.68	2.36	2.92	3.20							
	E	0.35	0.13	0.16	0.17							
5	N	19	19	19	19	19						
	M	1.64	2.40	2.93	3.31	3.56						
	E	0.22	0.19	0.26	0.21	0.19						
6	N	13	19	19	19	19	19					
	M	1.57	2.40	2.93	3.33	3.65	3.88					
	E	0.15	0.18	0.25	0.36	0.33	0.24					
7	N	7	7	7	7	7	7	7				
	M	1.70	2.44	3.07	3.47	3.78	4.025	4.17				
	E	0.13	0.25	0.36	0.33	0.24	0.14	0.10				
8	N	2	2	2	2	2	2	2	2			
	M	1.75	2.43	2.75	3.24	3.56	3.9	4.07	4.23			
	E	0.04	0.21	0.51	0.61	0.53	0.31	0.28	0.23			
9	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	M	1.70	2.36	2.80	3.38	3.66	3.91	4.14	4.35	4.41		
	E	0.02	0.06	0.12	0.21	0.18	0.16	0.11	0.14	0.07		
11	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	M	1.75	2.55	3.32	3.76	3.91	4.09	4.18	4.38	4.48	4.71	
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	M	1,59	2,34	2,88	3,30	3,64	3,94	4,15	4,33	4,43	4,57	4,76
	E	0,20	0,16	0,25	0,24	0,22	0,17	0,12	0,14	0,06	0	0

Coupes minces										
1	N	12								
	M	1.72								
	E	0.16								
2	N	22	22							
	M	1.61	2.35							
	E	0.20	0.23							
3	N	38	38	38						
	M	1.54	2.35	2.84						
	E	0.34	0.26	0.21						
4	N	37	37	37	37					
	M	1.56	2.40	2.91	3.13					
	E	0.11	0.25	0.26	0.29					
5	N	16	16	16	16	16				
	M	1.57	2.26	2.71	3.03	3.26				
	E	0.12	0.13	0.14	0.17	0.15				
6	N	12	12	12	12	12	12			
	M	1.55	2.15	2.61	2.95	3.20	3.47			
	E	0.17	0.22	0.35	0.38	0.38	0.33			
7	N	5	5	5	5	5	5	5		
	M	1.62	2.22	2.67	3.04	3.45	3.68	3.87		
	E	0.09	0.04	0.12	0.19	0.20	0.18	0.16		
8	N	3	3	3	3	3	3	3	3	
	M	1.89	2.42	2.93	3.31	3.60	3.84	4.01	4.17	
	E	0.18	0.25	0.13	0.18	0.24	0.20	0.17	0.12	
9	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	1.52	2.12	2.68	3.12	3.29	3.56	3.8	4.01	4.13
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	1.64	2.3	2.99	3.5	3.89	4.14	4.28	4.51	4.68
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL : M		1,59	2,33	2,81	3,09	3,31	3,60	3,94	4,21	4,40
		E	0,22	0,24	0,25	0,28	0,29	0,31	0,19	0,20
									0,38	0



**Tableau 5 : Longueur à la fourche (Lf en cm) à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance des otolithes chez les mâles et les femelles de *Plectorinchus mediterraneus* dans le Sud marocain (N :effectif, M : moyenne, E : écart-type).**

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7	Lt8	Lt9	Lt10	Lt11
Otolithes												
Brulés chez												
les Males												
1+	N	16										
	M	1.72										
	E	0.15										
2	N	31	31									
	M	1.55	2.23									
	E	0.121	0.124									
3	N	44	44	44								
	M	1.54	2.34	2.79								
	E	0.14	0.15	0.24								
4	N	27	27	27	27							
	M	1.68	2.36	2.92	3.20							
	E	0.35	0.13	0.16	0.17							
5	N	19	19	19	19	19						
	M	1.64	2.40	2.93	3.31	3.56						
	E	0.22	0.19	0.26	0.21	0.19						
6	N	13	13	13	13	13	13					
	M	1.57	2.40	2.93	3.33	3.65	3.88					
	E	0.15	0.18	0.25	0.25	0.25	0.21					
7	N	7	7	7	7	7	7	7				
	M	1.70	2.44	3.07	3.47	3.78	4.02	4.17				
	E	0.13	0.25	0.36	0.33	0.24	0.14	0.10				
8	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	M	1.75	2.43	2.755	3.24	3.56	3.9	4.07	4.23			
	E	0.04	0.21	0.51	0.61	0.53	0.31	0.28	0.23			
9	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	M	1.72	2.31	2.70	3.25	3.55	3.77	4.04	4.22	4.35		
	E	0.02	0.02	0.09	0.27	0.21	0.014	0.04	0.04	0		
Total	M	1.59	2.34	2.87	3.28	3.62	3.91	4.13	4.23	4.35		
	E	0.20	0.16	0.25	0.24	0.24	0.22	0.18	0.13	0.13		

# Otolithes Brulés

chez les femelles

1	N	16										
	M	1.53										
	E	0.15										
2	N	31	31									
	M	1.55	2.23									
	E	0.127	0.124									
3	N	44	44	44								
	M	1.54	2.34	2.79								
	E	0.14	0.15	0.24								
4	N	27	27	27	27							
	M	1.68	2.36	2.92	3.20							
	E	0.35	0.13	0.16	0.17							
5	N	19	19	19	19	19						
	M	1.64	2.40	2.93	3.31	3.56						
	E	0.22	0.19	0.26	0.21	0.19						
6	N	13	13	13	13	13	13					
	M	1.57	2.40	2.93	3.33	3.65	3.88					
	E	0.15	0.18	0.25	0.25	0.21	0.34					
7	N	7	7	7	7	7	7	7				
	M	1.70	2.44	3.07	3.47	3.78	4.02	4.17				
	E	0.13	0.25	0.36	0.33	0.24	0.14	0.10				
8 <sup>+</sup>	N	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	M	1.58	2.43	2.66	3.24	3.56	3.9	4.07	4.11			
	E	0.04	0.21	0.51	0.28	0.35	0.64	0.33	0.41			
9 <sup>+</sup>	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	M	1.71	2.43	2.75	3.24	3.56	3.9	4.14	4.32	4.52		
	E	0.02	0.06	0.13	0.24	0.20	0.16	0.28	0.31	0.28		
11 <sup>+</sup>	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	1.75	2.55	3.32	3.76	3.91	4.09	4.18	4.45	4.52	4.62	4.71
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL : M		1.59	2.34	2.88	3.29	3.63	3.92	4.14	4.45	4.52	4.62	4.71
E		0.20	0.16	0.25	0.24	0.22	0.17	0.13	0.15	0.07	0	0

Age		Lt1	Lt2	Lt3	Lt4	Lt5	Lt6	Lt7	Lt8	Lt9	Lt10	Lt11
Otolithes en												
Coupes minces :												
chez les Males												
1+	N	6										
	M	1.72										
	E	0.16										
2	N	12	12									
	M	1.60	2.34									
	E	0.12	0.21									
3	N	19	19	19								
	M	1.56	2.32	2.82								
	E	0.44	0.23	0.21								
4	N	20	20	20	20							
	M	1.58	2.43	2.93	3.17							
	E	0.12	0.24	2.25	0.24							
5	N	5	5	5	5	5						
	M	1.64	2.36	2.77	3.02	3.26						
	E	0.06	0.13	0.12	0.13	0.13						
6	N	9	9	9	9	9	9					
	M	1.56	2.23	2.69	2.99	3.26	3.48					
	E	0.16	0.23	0.32	0.36	0.37	0.335					
7	N	2	2	2	2	2	2	2				
	M	1.60	2.42	2.87	3.18	3.61	3.85	3.98				
	E	0.04	0.33	0.25	0.19	0.01	0.12	0.19				
8	N	3	3	3	3	3	3	3	3			
	M	1.72	2.41	2.97	3.44	3.69	3.95	4.13	4.26			
	E	0.12	0.11	0.17	0.29	0.31	0.29	0.30	0.25			
9	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	M	1.52	2.12	2.68	3.1	3.29	3.56	3.8	4.11	4.28		
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Total	M	1.59	2.35	2.84	3.13	3.36	3.63	3.81	4.13	4.28		
	Em	0.24	0.22	0.25	0.27	0.32	0.34	0.29	0.25	0.24		

# Les coupes minces chez les femelles

1	N	6								
	M	1.72								
	E	0.17								
2	N	10	10							
	M	1.63	2.36							
	E	0.27	0.27							
3	N	19	19	19						
	M	1.52	2.37	2.85						
	E	0.19	0.29	0.20						
4	N	16	16	16	16					
	M	1.55	2.35	2.89	3.09					
	E	0.09	0.26	0.29	0.37					
5	N	9	9	9	9	9				
	M	1.55	2.23	2.68	3.04	3.27				
	E	0.14	0.12	0.16	0.21	0.18				
6	N	5	5	5	5	5	5			
	M	1.55	2.06	2.52	2.91	3.15	3.49			
	E	0.20	0.15	0.30	0.36	0.34	0.26			
7	N	4	4	4	4	4	4	4		
	M	1.66	2.34	2.83	3.13	3.49	3.79	3.99		
	E	0.13	0.11	0.20	0.17	0.16	0.17	0.06		
8	N	3	3	3	3	3	3	3	3	
	M	1.85	2.32	2.82	3.21	3.57	3.78	3.93	4.17	
	E	0.21	0.25	0.26	0.32	0.28	0.29	0.28	0.12	
10	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	M	1.64	2.3	2.99	3.5	3.89	4.14	4.28	4.51	4.68
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL : M		1.59	2.32	2.81	3.08	3.36	3.70	4.00	4.26	4.68
	E	0.19	0.25	0.25	0.31	0.29	0.29	0.19	0.19	0

**Tableau 6 : Comparaison des longueurs à la fourche (en cm) rétrocalculées avec celles déterminées par le comptage du nombre d’anneaux d’arrêt de croissance (longueurs observées). (ML : méthode de lecture ; LO : longueurs observées ; Lf : longueurs rétrocalculées ; ♂: les mâles ; ♀: les femelles ; ♂+♀+I : la population total).**

ML	Age	Sexe	LO	Lf
Brulage	1 <sup>+</sup>	♂	14,57	13.72
		♀	14. 25	13. 38
		♂+♀+I	14. 54	10. 278
	2 <sup>+</sup>	♂	22,47	21.30
		♀	22.36	21.16
		♂+♀+I	22.45	18.52
	3 <sup>+</sup>	♂	28,12	27.35
		♀	28.16	27.37
		♂+♀+I	28.10	25.13
	4 <sup>+</sup>	♂	32,52	32.18
		♀	32.68	32.33
		♂+♀+I	32.51	34.68
	5 <sup>+</sup>	♂	36,06	36.04
		♀	36.31	36.29
		♂+♀+I	36.05	38.09
	6 <sup>+</sup>	♂	39,17	39.11
		♀	39.51	39.45
		♂+♀+I	39.20	40.83
	7 <sup>+</sup>	♂	41,44	41.57
		♀	41.84	41.97
		♂+♀+I	41.56	43.02
	8 <sup>+</sup>	♂	43,05	43.54
		♀	44.77	43.99
		♂+♀+I	43.22	43.88
	9 <sup>+</sup>	♂	44,30	45.10

		♀	45.44	45.59
		♂+♀+I	44.66	44.78
	10 <sup>+</sup>	♂	45,93	46.35
		♀	46.44	46.88
		♂+♀+I	47.09	46.19
	11 <sup>+</sup>	♂	47,94	47.35
		♀	47.48	47.90
		♂+♀+I	48.50	48.23
	Age	Sexe	LO	Lf
	1 <sup>+</sup>	♂	12.09	11.59
		♀	14.49	13.88
		♂+♀+I	12.83	12.11
	2 <sup>+</sup>	♂	20.72	19.09
		♀	22.30	20.78
		♂+♀+I	21.25	19.35
	3 <sup>+</sup>	♂	26.34	25.21
		♀	27.42	26.35
		♂+♀+I	26.7	25.29
	4 <sup>+</sup>	♂	29.57	30.20
		♀	30.35	30.86
		♂+♀+I	29.85	30.15
	5 <sup>+</sup>	♂	32.20	34.26
		♀	32.98	34.50
		♂+♀+I	32.41	34.14
	6 <sup>+</sup>	♂	36.02	37.57
		♀	36.25	37.44
		♂+♀+I	35.71	37.41
	7 <sup>+</sup>	♂	40.28	40.27
		♀	40.02	39.81
		♂+♀+I	39.60	40.08
	8 <sup>+</sup>	♂	42.80	42.47
		♀	42.32	41.73
		♂+♀+I	42.56	42.28
	9 <sup>+</sup>	♂	44.08	44.27
		♀	44.28	44.54
		♂+♀+ I	44.77	44.08
	10 <sup>+</sup>	♂	46.60	45.73
		♀	47.05	45.55
		♂+♀+ I	46.91	45.53

Des tests student étaient effectués entre les mâles, femelles et la population totale pour tester la différence entre LO et Lf dans la méthode du brûlage:

Student Male	0,179708516
Student femelle	0,074277969
Student Population	0,305441474
valeur critique	0.458797

La valeur de  $T = 0.30544$  est inférieure à la valeur de  $p$  qui est 0.458797. donc le résultat montre que il n'y a pas une différence significative entre les deux séries ( $p < 0.05$ ).

Une autre confirmation par un test Anova qui nous donnent les résultats suivants :

### TEST ANOVA entre les mâles

RAPPORT  
DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillon <i>s</i>	Somme	Moyenne	Variance
lo male	11	395,6	35,9636363	111,66204
lf male	11	393,61	35,7827272	121,76892

### ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilit é	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,180004545	1	0,18000454	0,0015422	0,969063	4,3512435
A l'intérieur des groupes	2334,309673	20	116,715483			
Total	2334,489677	21				

La valeur de  $F$  calculée est égale à 0.0015 et elle est inférieure à la valeur de  $F$  critique 4.351 et même la  $p > 0.05$ , d'où il n'y a pas une différence significative entre les mâles.

### Test ANOVA entre les femelles

#### RAPPORT DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
				72,1577
14,25	10	384,99	38,499	6556
				79,8903
13,38	10	382,93	38,293	3444

#### ANALYSE DE VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probab ilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
				0,00279	0,9584	
Entre Groupes	0,21218	1	0,21218	0959	49637	4,413873419
A l'intérieur des groupes	1368,4329	18	76,02405			
Total	1368,64508	19				

La valeur de F calculé est égale à 0.00279 et elle est inférieure à la valeur de F critique 4.4138 et même la  $p > 0.05$ , d'où il n'y a pas une différence significative entre les femelles.



## Anova entre population

RAPPORT  
DÉTAILLÉ

<i>Groupes</i>	<i>Nombre d'échantillons</i>	<i>Somme</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Variance</i>
14,54	10	383,34	38,334	72,3594711
10,47	10	383,35	38,335	93,3885166

alpha

ANALYSE DE  
VARIANCE

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	5E-06	1	5E-06	6,03326E-08	0,9998067	4,41387341
A l'intérieur des groupes	1491,73189	18	82,8739938	9	2	9
Total	1491,731895	19				

La valeur de F calculée est égale à  $6.03 \times 10^{-8}$  et elle est inférieure à la valeur de F critique 4.4138 et même la  $p > 0.05$ , d'où il n'y a pas une différence significative entre la population totale.

## 4. Croissance

### 4.1. Croissance linéaire absolue

Les paramètres estimés du modèle de Von Bertalanffy sont présentés dans le tableau 6. Les longueurs asymptotiques calculées à partir des otolithes brulées ( $L_{\infty}^{\text{♂}+\text{♀}+I} = 51.90$  cm,  $L_{\infty}^{\text{♀}} = 51.96$  cm ;  $L_{\infty}^{\text{♂}} = 51.31$  cm) et des coupes minces ( $L_{\infty}^{\text{♂}+\text{♀}+I} = 52.24$  cm ;  $L_{\infty}^{\text{♀}} = 52.16$  cm ;  $L_{\infty}^{\text{♂}} = 49.81$  cm) concordent parfaitement avec les longueurs maximales observées ( $L_t = 51.90$  cm pour la population totale : les femelles et les mâles).

**Tableau 7. Paramètres de Von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ) et l'indice de performance de croissance ( $\Phi$ ) chez la population totale et les sexes séparés (femelles, mâles) de *Plectorinchus mediterraneus* est de le Sud marocain. (N : effectif).**

	Méthode	$L_{\infty}$	K	$t_0$	$\Phi$	N	Limites d'âges (années)
Population totale							
	Brulage	51,9	0,22	-0,43	2,77	163	1 jusqu'à 11
	Coupes minces	52,24	0,19	-0,32	2,71	163	1 jusqu'à 10
Femelles	Brulage	51,96	0,22	-1,32	2,77	78	1 jusqu'à 11
	Coupes minces	49,81	0,21	-0,53	2,71	78	1 jusqu'à 10
Males	Brulage	51,31	0,22	-1,38	2,76	81	1 jusqu'à 9
	Coupes minces	52,16	0,2	-0,22	2,73	81	1 jusqu'à 9
I						4	

Les valeurs de la longueur totale théoriques sont proches de celles que nous avons trouvées par le rétrocalcul des otolithes par les deux méthodes aussi bien pour la population totale que pour les sexes séparés (femelles, mâles).

Chez la population totale, les tailles théoriques calculées ( $L_c$ ) maximales (otolithes par brulage : 48.50 cm), par les coupes minces des otolithes : 46.91cm) sont proches de celles observées (otolithes par Brulage 48.23 cm ; par les coupes minces des otolithes : 45.53cm).

Le taux de croissance annuel est élevé durant la première année (otolithes brulés: 5.48cm ; par les coupes minces des otolithes 8.83 cm) et tend à diminuer progressivement entre la huitième (otolithes brulés et par les coupes minces des otolithes vers 2.19 cm/an) et l'année où il

atteint ses plus faibles valeurs (otolithes : 1.41 cm/an ; par les coupes minces: 1,47cm/an) (Fig 29, fig 30).

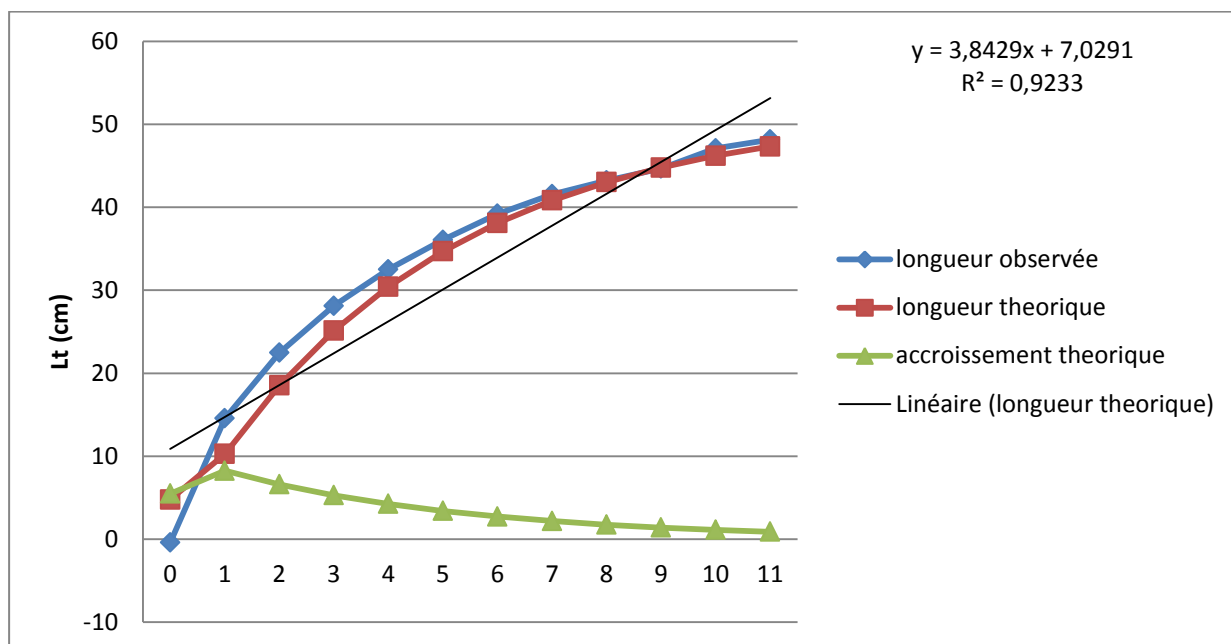


Figure 31. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes brûlés chez la population totale de *Plectorinchus mediterraneus* dans le sud marocain.

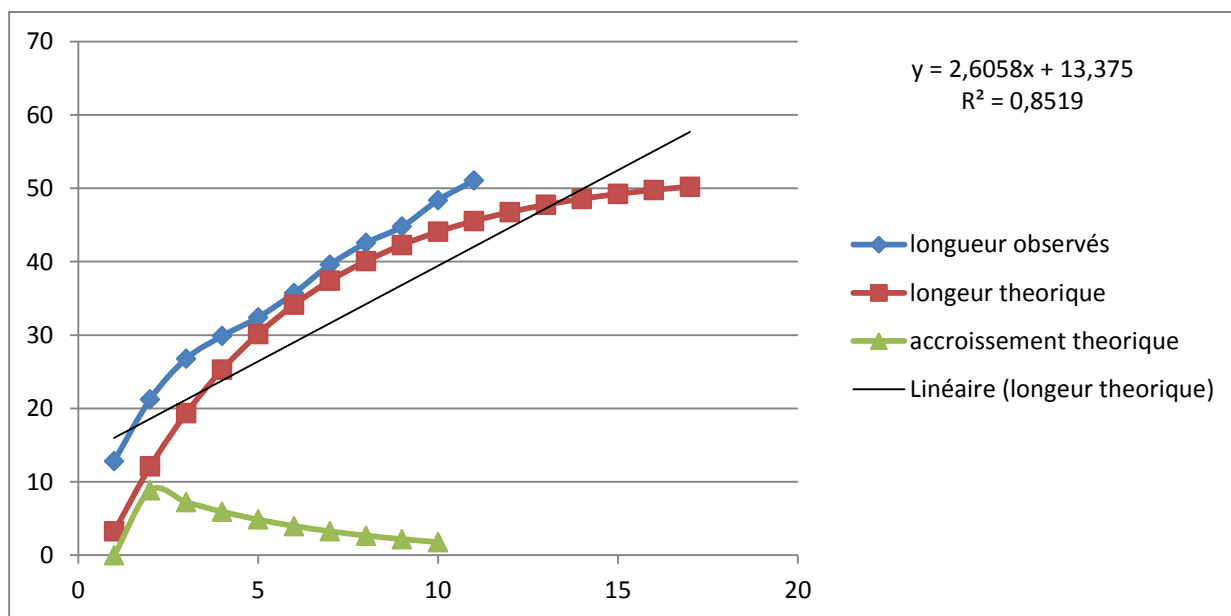


Figure 32. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des coupes minces chez la population totale de *Plectorinchus mediterraneus* dans le sud marocain.

Chez les femelles, les tailles théoriques maximales (otolithes brûlés:47.90 cm, otolithes en coupes minces: 45.55cm) sont proches aux valeurs maximales observées (otolithes brûlés :48.50 cm ; otolithes en coupes minces : 46.91cm). Le taux de croissance annuel est élevé à la première année (otolithes brûlés:13.38 cm ; otolithes en coupes minces : 8.53cm) puis chute rapidement entre la huitième (otolithes brûlés:1.60 cm/an ; otolithes en coupes minces : 1.91 cm/an) et la neuvième année (otolithes brûlés : 1.28 cm/an ; otolithe en coupes minces : 1.55 cm/an) (Fig. 31,32)

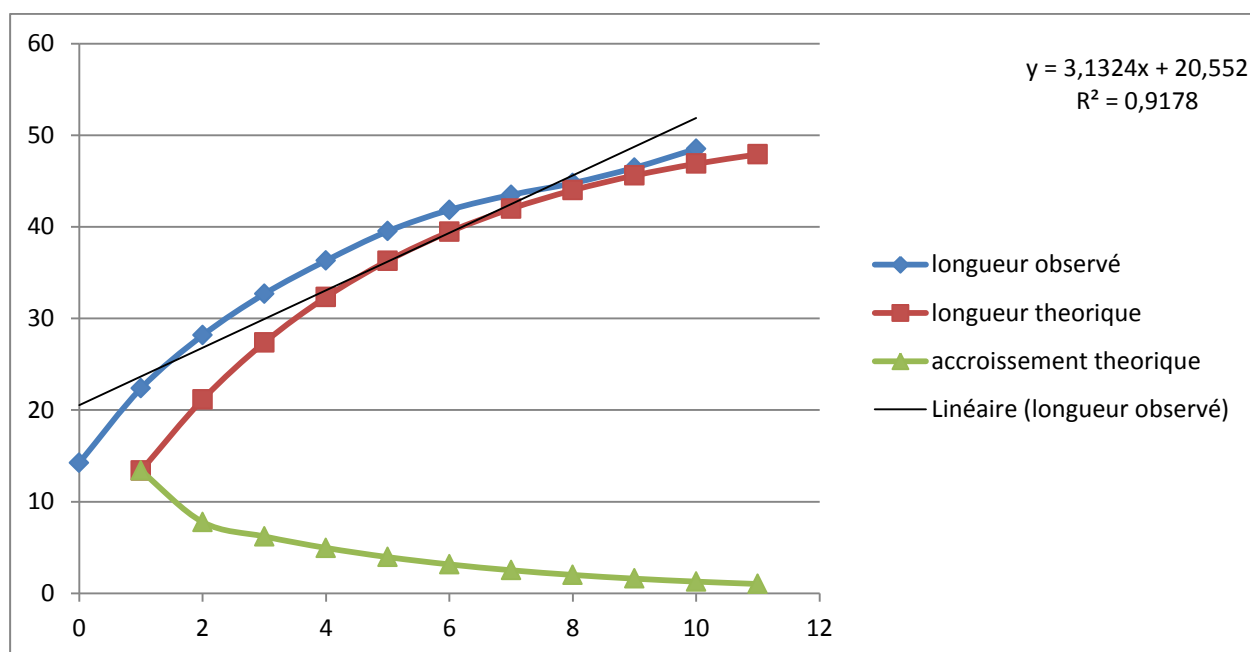
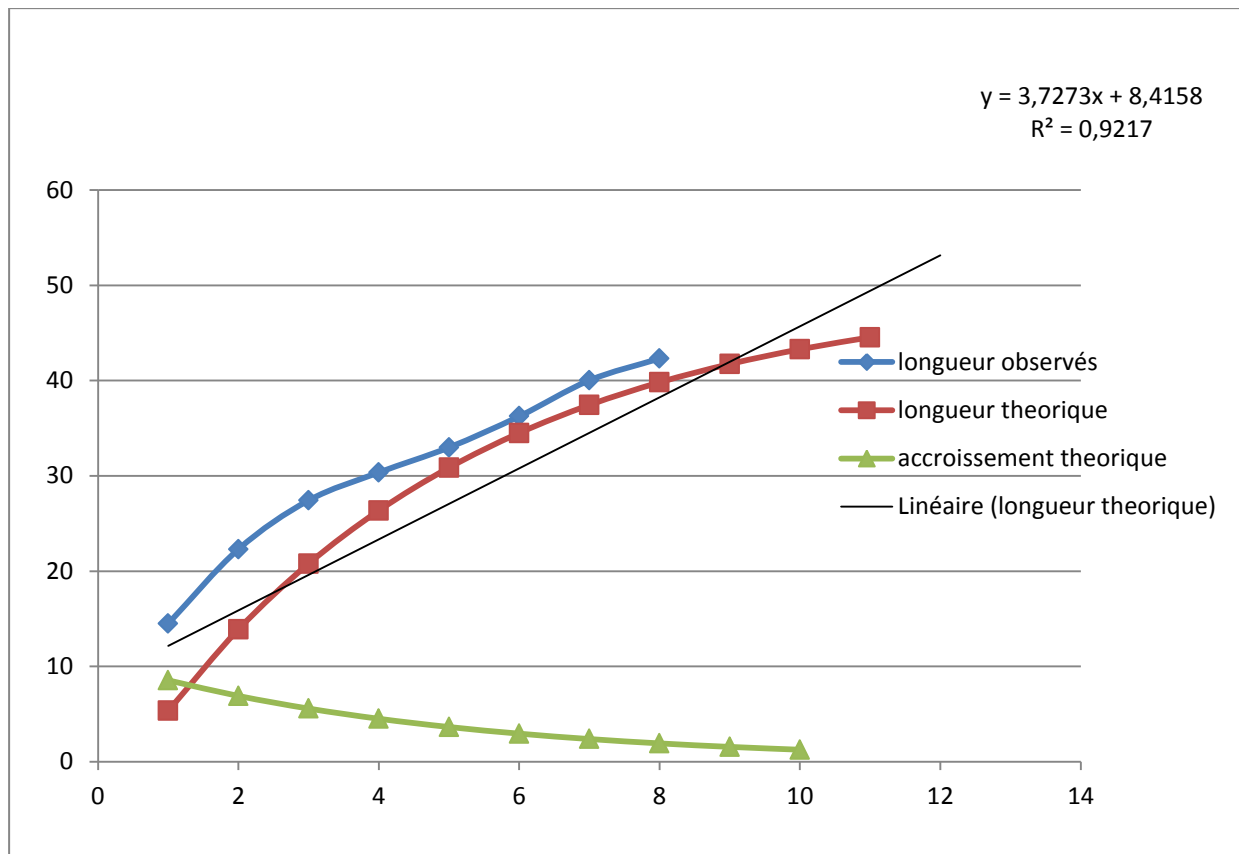


Figure 33. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes brûlés chez les femelles de *Plectorinchus mediterraneus* dans le Sud marocaine



**Figure 34.** Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes en coupes minces chez les femelles de *Plectorinchus mediterraneus* dans le Sud marocaine

Les tailles théoriques maximales chez les mâles (otolithes brulés : 47.35 cm ; en coupes minces : 45.37 cm) sont proches à celles observées (otolithes brulés : 47.94 cm ; en coupes minces : 46.60 cm). En effet, le taux annuel de croissance atteint au cours de la première année une valeur annuelle proche de 10 cm aussi bien pour les otolithes brulés (9.74 cm) que pour les otolithes en coupes minces (9.21 cm). Entre la huitième (otolithes brulés: 1.50cm/an ; otolithes en coupes minces : 2.19 cm/an) et la neuvième année (otolithes brulés : 1.15cm/an ; en coupes minces: 1.79 cm/an), on remarque une chute brusque (Fig. 33, fig 34).

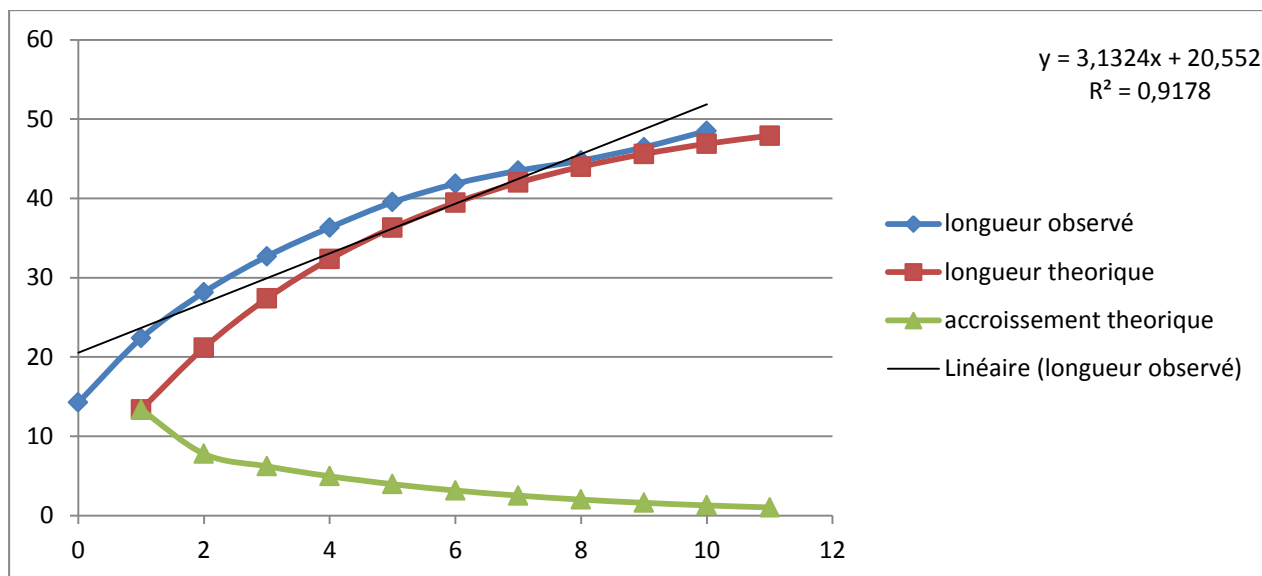


Figure 35. Croissance linéaire observée et théorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes brûlés chez les males de *Plectorinchus mediterraneus* dans le sud marocain .

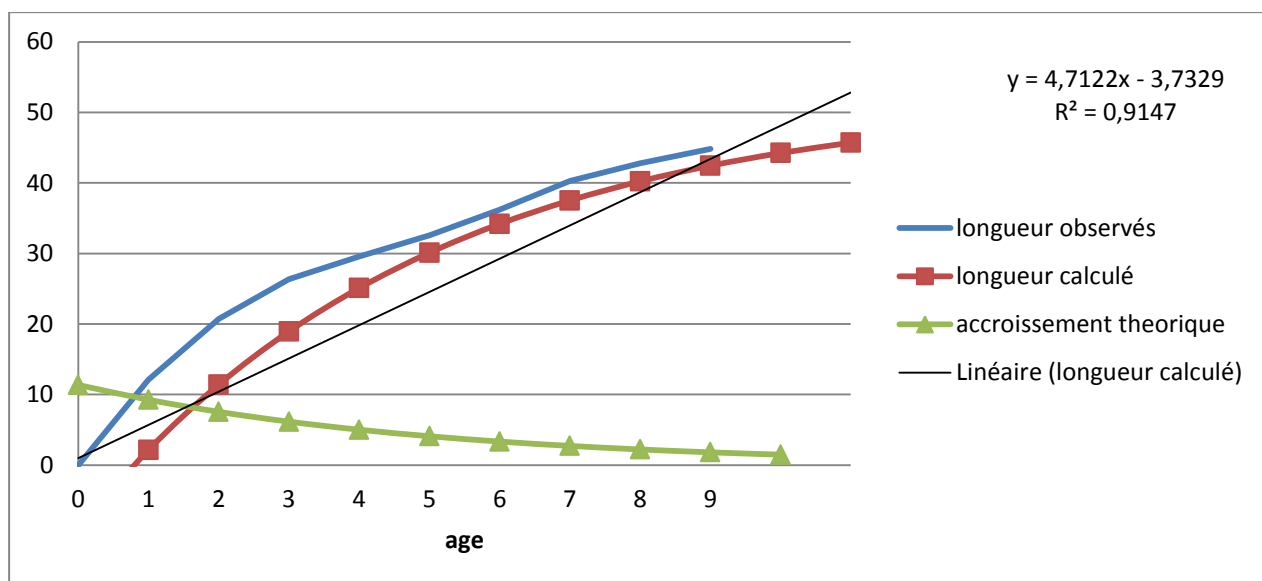


Figure 36. Croissance observée et theorique et accroissement annuel théorique calculés à partir des otolithes en coupes minces chez les males de *Plectorinchus mediterraneus* dans le Sud marocain

## 4.2. Croissance relative

L'expression mathématique de la relation taille-masse est établie mensuellement et globalement, aussi bien pour la population totale et pour les sexes séparés (femelles, mâles). Chez la population totale, on a démontré une corrélation très hautement significative entre ces deux paramètres ( $0,93 \leq r \leq 0,98$  ;  $p < 0,05$ ). La masse évolue au même rythme que la taille ( $b = 2,95$ ). Toutefois, trois cas d'allométrie minorante ont été enregistré en février, mars et novembre ( $b = 2.645, b=2.586$  et  $b=2.903$ ). Et trois cas d'allométrie croissante ont été enregistré en mai, aout et septembre ( $b=3.105, 3.159$  et  $b=3.389$ ). La croissance isométrique concerne tous les mois restants (Fig.36).

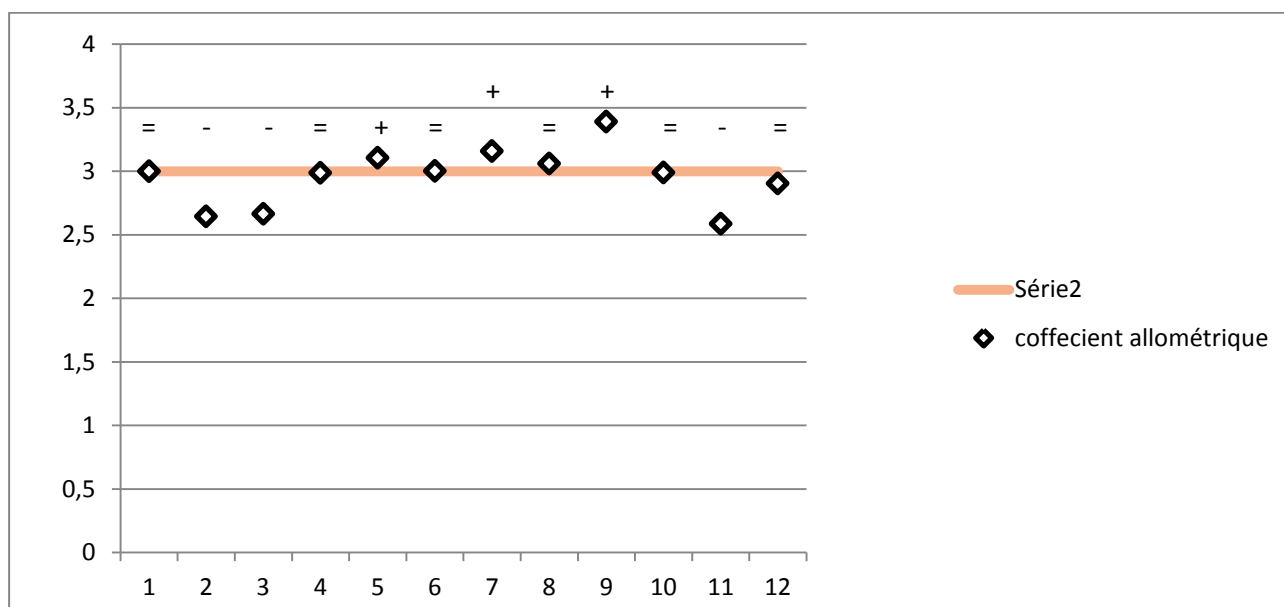


Figure 37. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez la population totale de *Plectorinchus mediterraneus* de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante

Chez les femelles, la relation taille-masse est fortement corrélée ( $0,93 \leq r \leq 0,98$  ;  $p < 0,001$ ). La croissance est globalement isométrique ( $b = 3,01$  ;  $t_{obs} = 0,20$  ;  $p > 0,05$ ) quelle que soit la période d'échantillonnage (Fig 38.).

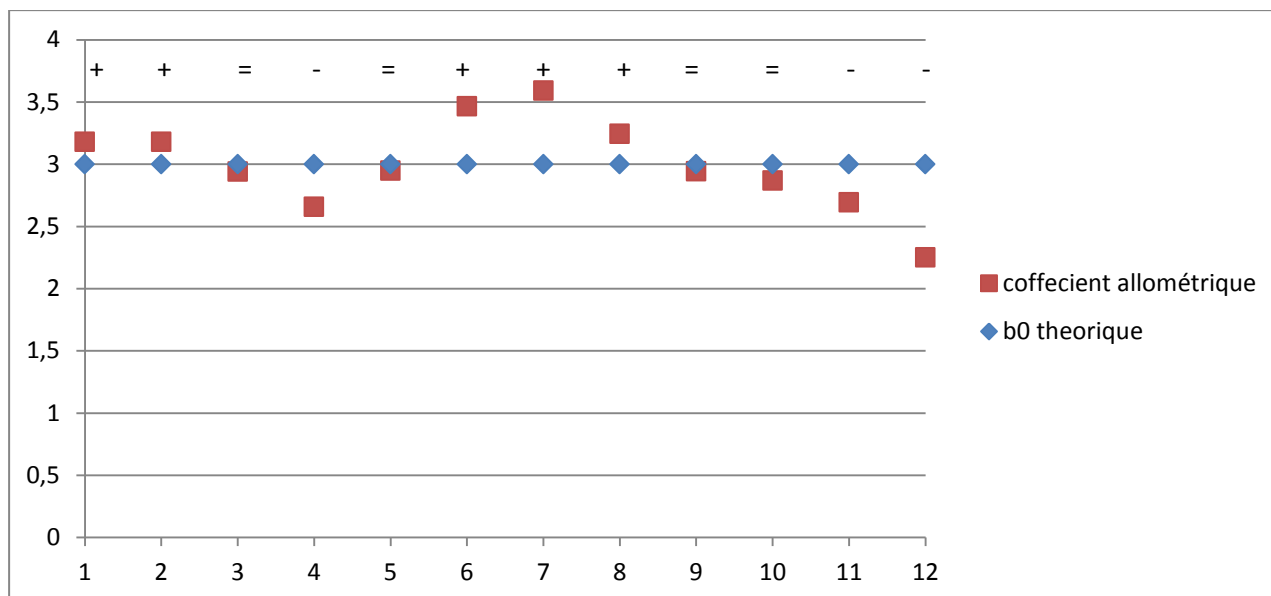


Figure 38. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez les femelles de *Plectorinchus mediterraneus* de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante

Chez les males, la relation taille-masse est fortement corrélée ( $0,93 \leq r \leq 0,98$  ;  $p < 0,001$ ). La croissance est globalement isométrique ( $b = 3,01$  ;  $t_{obs} = 0,20$  ;  $p > 0,05$ ) quelle que soit la période d'échantillonnage (Fig 39.).

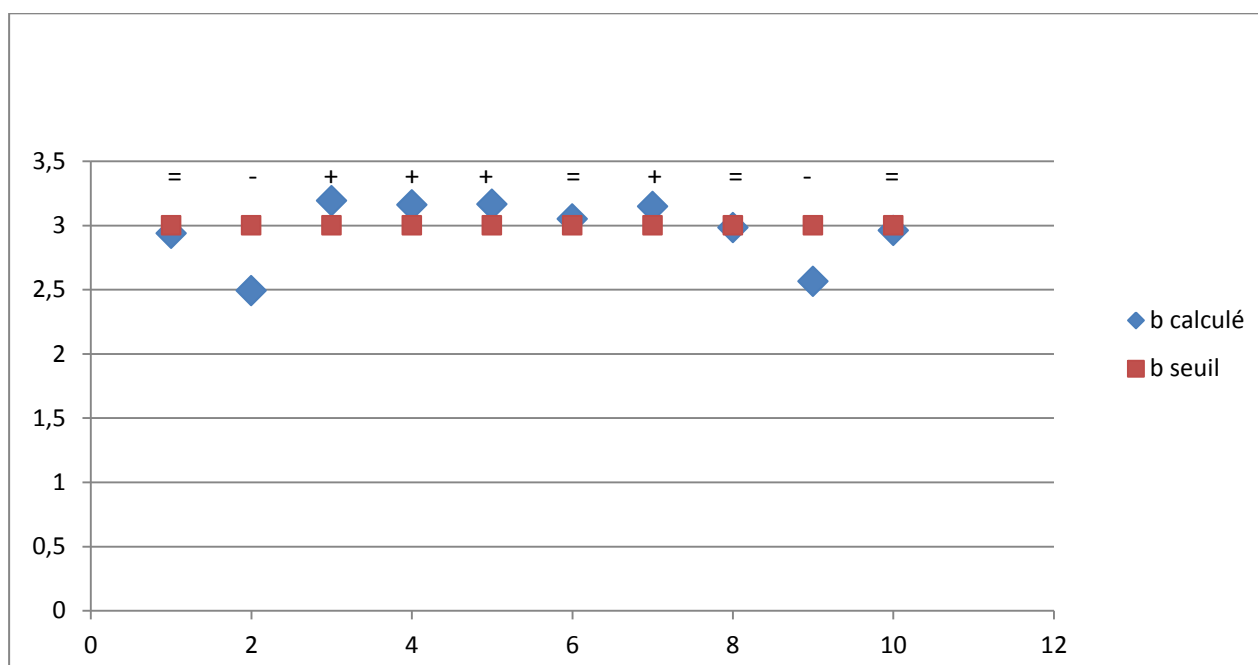


Figure 39. Variations mensuelles des coefficients d'allométrie de la relation taille-masse chez les males de *Plectorinchus mediterraneus* de Sud marocain. = : isométrie, - : allométrie minorante, +allométrie majorante



### 4.3. Croissance pondérale absolue

Connaissant le coefficient d'allométrie de la relation taille-poids et les paramètres de Von Bertalanffy  $L_{\infty}$ , K et  $t_0$ . (Tab 8), le modèle de la croissance pondérale absolue est exprimé par les équations suivantes:

**-Population totale:**  $P_t = 2316.58 [1 - e^{-0.22(t + 0.43)}]^{2.99}$   
**- Mâle:**  $P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$   
**-Femelle:**  $P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$

**Tableau. 8. Les paramètres de modèle de la croissance pondérale absolue.**

Sexe	Paramètres			b	Equation	Poids observés Min-Max
	$P_{\infty}$	K	$t_0$			$P_{t \min} - P_{t \max(g)}$
Population totale	2316.58	0.22	-0.438	2.99	$P_t = 2316.58 [1 - e^{-0.22(t + 0.43)}]^{2.99}$	154-1666
Male	2115.14	0.22	-1.382	2.93	$P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$	168-1474
Femelle	2213.68	0.22	-1.321	3.00	$P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$	154-1666

Les poids totales asymptotiques  $P_{\infty}$  chez la population totale, les mâles et les femelles respectivement 2316.58 g, 2115.14 g et 2213.68g sont > au poids totales maximaux échantillonnés qui sont de 1666 g, 1474 g et 1666 g.

Chez la population totale, l'accroissement pondéral est de 94.35 g durant la première année. Le gain pondéral augmente au cours de la deuxième année (188.65/an). Ce taux commence à diminué progressivement jusqu'à une valeur de 200.3 g/an à l'âge de 5 ans, puis une faible augmentation d'environ 27 g pour obtenir 227.74g/an (Fig 40.) ensuite une diminution d'accroissement qui vaut 85.33 à l'âge 8g/an (fig 40).

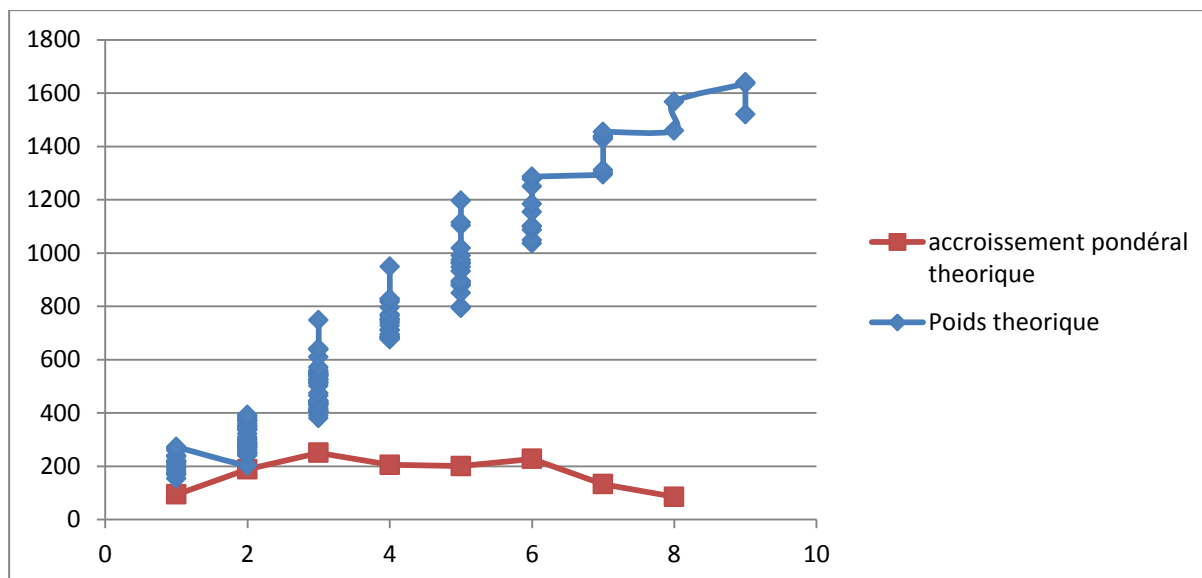


Figure 40. Représentation de la croissance théorique de la population total et de l'accroissement pondérale chez les plectorinchus mediterraneus

-Chez les mâles, l'accroissement pondéral est de 105.09g durant la première année. Le gain pondéral augmente au cours de la quatrième année (243.6g/an).

Ce taux a eu une diminution au cours de la cinquième année (120.25g/an) puis une augmentation jusqu'à 292g/an ensuite l'accroissement commence à diminuer progressivement jusqu'à une valeur de 7g/an à l'âge de 8 ans. (Fig.41).

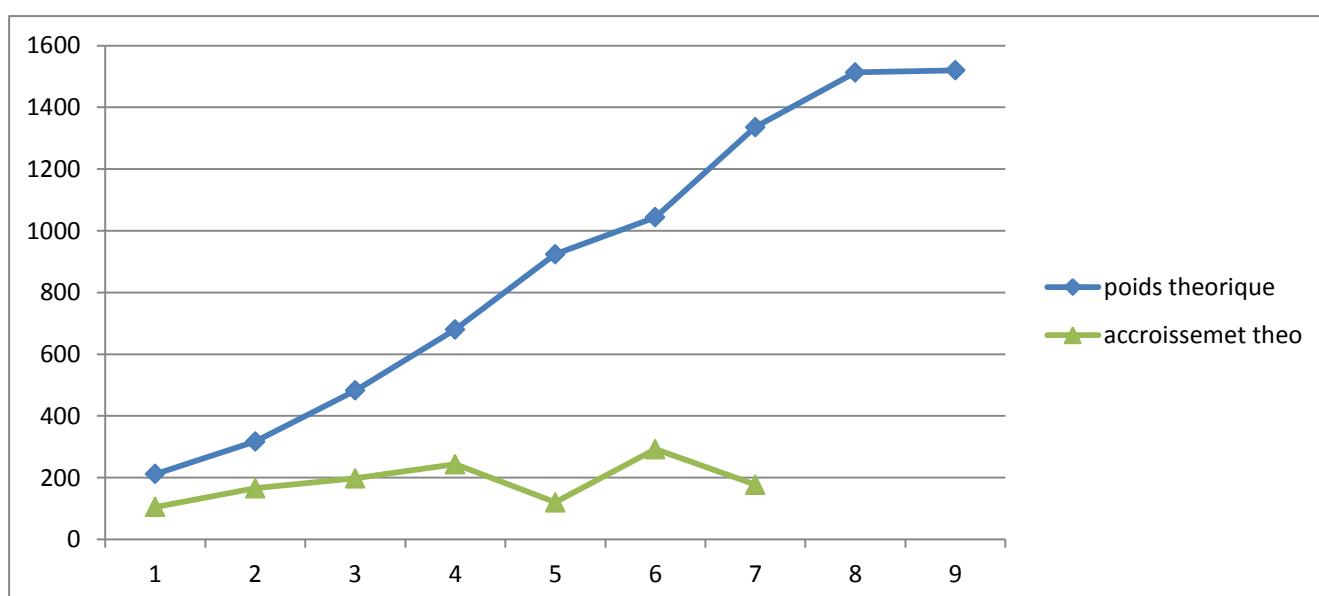


Figure 41. La représentation des males au niveau de la croissance théorique et de l'accroissement pondérale chez les plectorinchus mediterraneus

-Chez les femelles, l'accroissement pondéral est de 108 g durant la première année. Le gain pondéral augmente au cours de la troisième année (252.45g/an). Ce taux commence à diminuer au cours de la quatrième année jusqu'à 165.34g/an, puis une augmentation au cours de cinquième année vaut (299.17g/an) ensuite une chute progressive de l'accroissement jusqu'à une valeur de 31g/an à l'âge de 7 ans. (Fig 42.).

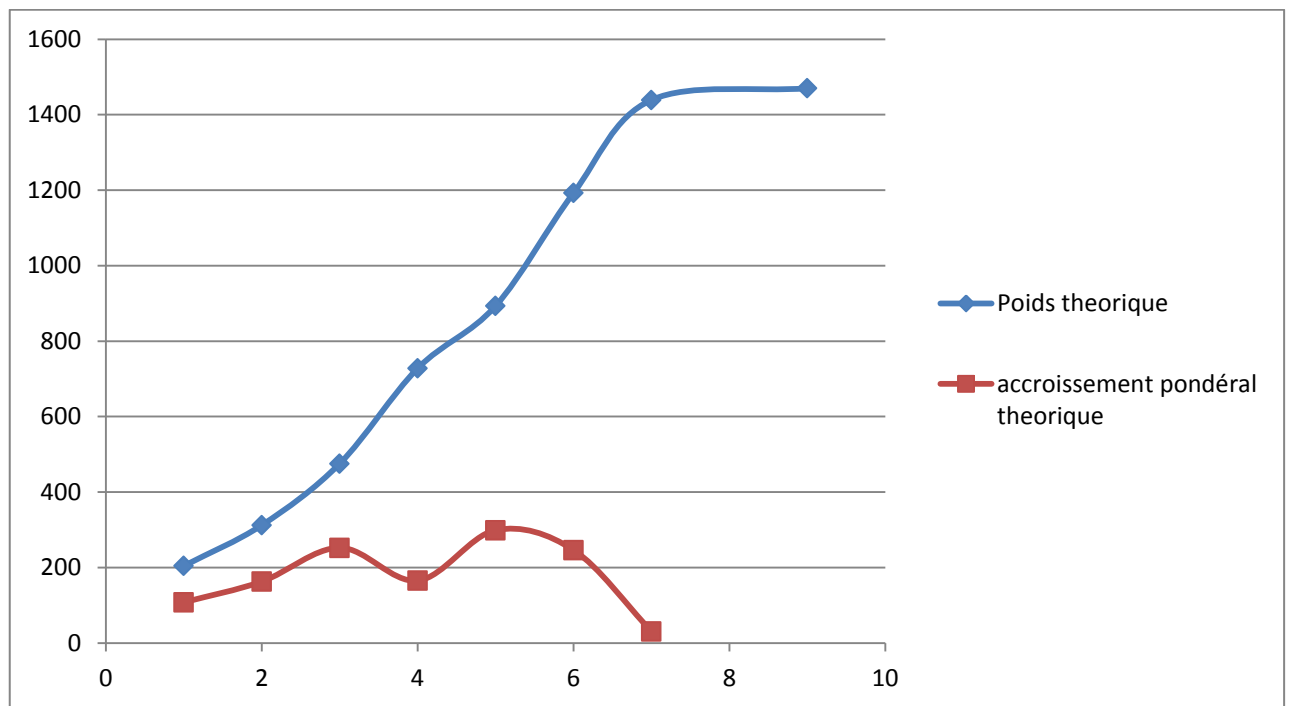


Figure 42. Représentation chez les femelles au niveau de la croissance théorique et de l'accroissement pondérale chez les *Plectorinchus mediterraneus*

## 5. Modèle de la population Total :

La population varie en fonction de l'âge, poids, longueur à la fourche dans notre cas, sexe et temps. Notre modèle était établi en fonction de 3 variables (Poids ,Age et taille à la fourche).

On a comme donnée les equations suivantes :

$$-T_0 = (1/k) \ln((L_{\infty} - L_t)/L_{\infty}) + t$$

$$-L_{\infty} = (a/1-b)$$

$$-Poids = a L_t^b$$

Des opération mathématique étaient effectuées pour obtenir l'équation du modèle :

$$Poids = ((1-b) * (L_t)^{1+b}) / (1 - \exp(k * (t_0 - t)))$$

Avec :

$L_{\infty}$  = la longueur maximale de la population

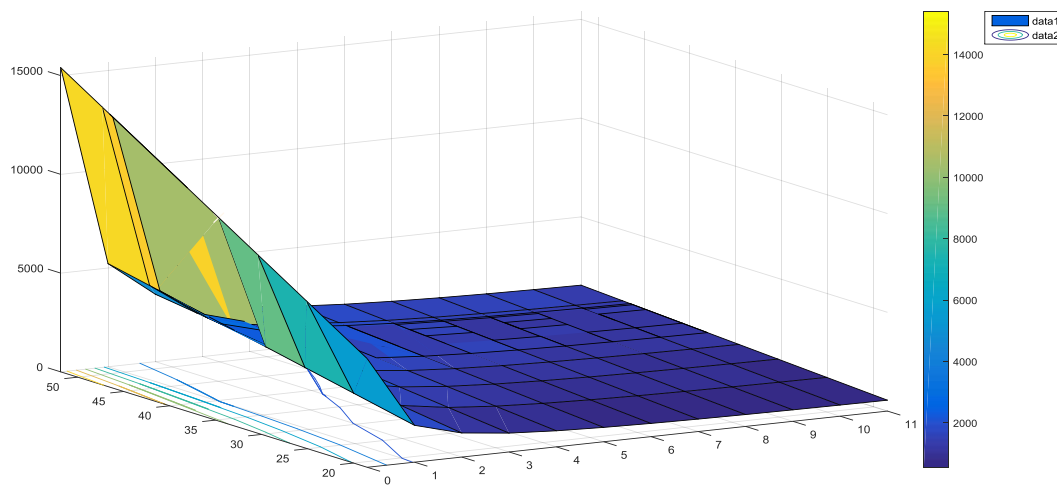
$K$  = est le coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le poisson croît vers la longueur asymptotique

$a$  = pente de la droite de régression.

$b$  : ordonnée à l'origine de la droite de régression

$T_0$  = âge théorique pour lequel le poisson a une longueur nulle

$T$  = âge de la population



**Figure 43. Modèle de la population de Plectorinchus mediterraneus en fonction de poids,l'age,et taille à la fourche (Matlab,2015)**

La population se focalise essentiellement entre 1 -5 ans dans notre modèle la zone bleue. On observe une diminution jusqu'à obtenir quelques individus à des tailles très élevées supérieur à 47 cm. Il y aura un changement démographique de la population dans le modèle par changement de couleur de bleu foncé vers le jaune.

Le Modèle nous donne une prédation sur la croissance du population de Plectorinchus mediterraneus en fonction du poids ,l'âge et la taille.

Une croissance presque linéaire pour c'est trois variables, on remarque que le poids est fortement lié à la taille et l'âge.

## **Chapitre 4 : discussion**

la longueur maximale ( $L_f$ ) pour nos échantillons chez *Plectorhinchus mediterraneus* du Sud marocain est de 52 cm. La taille maximale échantillonnée est > à celles rapportées par **GANDEGA. C (2017)**. La longueur fluctue entre 23.8 et 44.4 cm, dans la cote nord de la Mauritanie, aussi par (**Abdallah Hattour<sup>1</sup> and Mohamed Nejmeddine Bradai ,Tunisie ,INSTM )** ou les deux spécimens males observés de taille 36 cm, 42 cm respectivement.

En outre autre étude de (**Cheikhna GANDEGA, M. DIA et M. GHORBEL, Maritanie 2011**) **confirme** que la longueur à la fourche de *Plectorhinchus mediterraneus* varie entre 17.2cm et 42.1cm lors de l'examen des 488 specimens.

En revanche, Ces différences de tailles peuvent être liées à plusieurs facteurs. Les fluctuations saisonnières de disponibilité et la durée de la reproduction, le mode d'agrégation des *Plectorhinchus mediterraneus* et la pression exercée par l'activité de pêche, peuvent intervenir dans les changements de la structure démographique (**BOUHALI, 2015**).

Aussi les conditions hydrologiques, à la composition, l'abondance du plancton et au caractère migrateur des espèces considérées comme le signale **Fréon (1988<sup>2</sup>)**.

La détermination de l'âge était estimée par deux méthodes direct à l'aide des otolithes (Brulages et des coupes minces). En général les espèces demersaux se caractérisent par une forte longévité spécifique. Dans les eaux de sud marocain, aussi bien chez les mâles que les femelles, l'âge maximum estimé est de 10 ans par la méthode des coupes minces et 11 par la méthode de brûlage des otolithes. .

Les paramètres de Von Bertalanffy déterminés chez *Plectorhinchus mediterraneus* sont:

$L_{\infty} = 51.909$  cm,  $K = 0.220$ ,  $t_0 = -0.438$  et les femelles présentent une longueur asymptotique plus élevée que celle des mâles avec  $L_{\infty}^{\text{♀}} = 51.96$  cm et  $L_{\infty}^{\text{♂}} = 47.007$  cm par la méthode de brûlage des otolithes.

La comparaison des paramètres de Von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ,  $t_0$ ) chez *Plectorhinchus mediterraneus* du Sud Marocain par rapport à ceux obtenus dans différentes régions est représentée dans le Tableau ci-dessous.

Des résultats similaires ont été observés chez d'autres populations de même famille *Hamilidea* dans diverses zones géographiques.

---

2

[https://books.google.co.ma/books?id=ANELINIQ\\_CoC&pg=PA104&lpg=PA104&dq=Fr%C3%A9on+\(1988\)+condition+hydrologique&source=bl&ots=LXIMHzd4gJ&sig=tu9PIONigAatj2VJ780CaVsTmII&hl=en&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Fr%C3%A9on%20\(1988\)%20condition%20hydrologique&f=false](https://books.google.co.ma/books?id=ANELINIQ_CoC&pg=PA104&lpg=PA104&dq=Fr%C3%A9on+(1988)+condition+hydrologique&source=bl&ots=LXIMHzd4gJ&sig=tu9PIONigAatj2VJ780CaVsTmII&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Fr%C3%A9on%20(1988)%20condition%20hydrologique&f=false)

**Tableau . Représentation récapitulative et comparaison des principaux âges chez la *Plectorinchus mediterraneus* dans différentes régions du monde. SM: Sud Marocain.**

Région	espèce	Linf (cm)	Lmax (cm)	T0	K	$\phi$	Age maximale	Auteurs
Mauratine	<i>Plectorinchus mediterraneus</i>	17.2	42.1		0.177		9	(GANDEGA, 2016)
Sud Marocain	<i>Plectorinchus mediterraneus</i>	25	50	-0.47	0.28		10	(BOUMEZRAGUE ,2009)
Tunisie	<i>Plectorinchus mediterraneus</i>	35	40.6					(BEDOUI ,2011)
Maroc Dakhla	<i>Plectorinchus mediterraneus</i>	23	60		0.085			J.BEN SBAAI ,2007
IRAN	<i>Plectorhynchus pictus</i>	17.5	60		0.21		14	(Tortonese, 1936)
Saudi Arabia	<i>Plectorhynchus pictus</i>	10.1	53.4				7	(Soliman M. et al ,1990=)
Kuait	<i>Pomadasyss kakaan</i>	13	62.16	-0.47	0.27	1.77	18	(AL-Husaini,2001)

Les différences observées seraient dues à l'hétérogénéité des méthodes utilisées comme la lecture directe sur les otolithes ou les écailles, le rétro-calcul, l'analyse de fréquence de taille, la lecture d'âge ne sont pas uniformes par différents lecteurs indépendants. Ainsi la comparaison des résultats devient difficile. Si nous associons les modifications de l'environnement, qui se traduisent souvent par des degrés de salinité, de température et de



nourriture différents les comparaisons sont complexes car on rencontre souvent des adaptations différentes de la *Plectorinchus mediterraneus* à leur environnement. Ce phénomène a été confirmé par des nombreux auteurs nous citerons **Fréon et Stequert (1979)**. Certains travaux (**Atarhouch,2006; Chlaïda,2008**) expliquent ces différences comme étant une conséquence de la relation génotype – phénotype où les individus à forte croissance possèdent probablement une structure génotypique particulière.

En ce qui concerne la croissance, nous l'avons abordé sur 2 aspects: absolu, dit linéaire en calculant la relation entre la taille et le poids.

La croissance relative ou relation taille-poids chez *Plectorinchus meditteraneus* dans le Sud marocain est de type alométrie- isométrie chez la population totale avec  $b = 3.0016$ , chez les femelles  $b = 3.0271$  tandis que chez les mâles cette relation est minorante avec  $b = 2.934$ .

Les relations entre la taille et le poids chez la *Plectorinchus meditteraneus* du Sud Marocain montrent que la valeur du coefficient d'allométrie ( $b$ ) varie mensuellement. Pour 6 mois /12, janvier, avril, juin,aout,octobre et décembre elle est égale à 3, justifiant l'existence d'une isométrie de croissance. Il en est de même pour les 3 mois,mai,juillet et septembre où sa valeur est significativement  $> 3$ , d'où une allométrie majorante pour laquelle le poids croît proportionnellement et plus vite que la taille. Pour le reste des mois février,mars et novembre,  $b$  est inférieur à 3 indiquant que le poids augmente moins vite que la taille d'où une allométrie minorante.

Les paramètres  $a$  et  $b$  de la relation taille-poids ( $\text{Poids total} = a \cdot L^b$ ) sont très sensibles aux effectifs de poissons échantillonnés mensuellement et à la composition en taille de chacun comme le signale Fréon en 1988. Ces 2 paramètres ont une action antagoniste dans la détermination du poids moyen pour une taille donnée, c'est-à-dire que l'augmentation de l'un est en partie compensée par la diminution de l'autre constat est également soulevé par Belvèze en 1984. Il existe des différences pondérales entre les mâles et femelles des différentes régions géographiques et la *Plectorinchus mediterraneus* (Tab.).

AL-Husaini.M et al par exemple ont signalé en 2001 une allometrie majorante chez les femelles de *Pomadasys kakaan*, de la famille de *Hamealiadea* Kuaitienne, majorante chez les mâles et une alométrie minorante pour la population totale .

Par contre les résultats obtenus par **BOUMZRAGUE en 2009** au Sud Marocain sont, une allometrie minorante chez les femelles, majorante chez les mâles et minorante chez la population totale .

Au sénégal on a constaté par **Franqueville,C et P.Fréon en 1976** une allométrie minorante pour toute la population.

Ces différences sont probablement liées au processus de maturation, de libération des produits sexuels et des conditions trophiques comme l'ont constaté Furnestin en 1957 et Somoue en 2004 ou encore hydrologiques du milieu (**Makkaoui, 2008**).

**Tableau 17. Comparaison des résultats de la relation taille-poids de *Plectorinchus mediterraneus* dans les différentes régions: (a: intercepte; b: coefficient d'allométrie). LSD :Littoral Sud Marocain..**

Zone d'étude	Sexe	a	b	Type d'allometrie	Auteurs
Kuit	♀	0.0125	3.027	Majorante	(AL-Husaini,2001)
	♂	0.0232	2.864	Minorante	
	♂+♀+I	0.0136	3.003	Isométrie	
Sud marocain	♀	0.0277	2.844	Minorante	(BOUMEZRAGUE ,2009)
	♂	0.0122	3.0736	Majorante	
	♂+♀+I	0.018	2.96	Minorante	
Sénégal	♂+♀+I	0.0202	2.943	Minorante	Franqueville,C.et P.Fréon 1976
Maroc (Dakhla)	♂+♀+I	0.0400	2.760	Minorante	J.BEN SBAAI ,2007

La comparaison de l'indice de performance ( $\phi$ ) chez *Plectorinchus mediterraneus* de Sud Marocain, l'indice de performance de croissance ( $\phi$ ) entre les deux méthodes par la méthode de brûlage et par la méthode des coupes minces donnent des résultats égaux et qui varie entre 2.71-2.77 pour toutes la population (chez les males et chez les femelles) .aussi il est supérieur à l'indice de performance de croissance ( $\phi$ ), estimé dans les côtes de Kuit, est de l'ordre de 1.77 chez *Pomadasys kakaan* ( même famille avec le *Plectorinchus mediterraneus* ) par les travaux de (Al-Husaini.M ;al 2001) qui signifie que la croissance est très rapide et meilleure au sud marocain. Ces différences de la croissance entre les différentes localités seraient liées

non seulement aux aléas méthodologiques (fiabilité de la méthode de détermination de l'âge), mais aussi aux conditions biotiques et abiotiques du milieu (température, disponibilité trophique, compétition intraspécifique, etc.). La température de l'eau peut affecter directement la croissance des poissons en influençant la physiologie de ces derniers (Weatherley et Gill, 1987). Cependant, la croissance est aussi liée directement aux taux de production biologique et à la disponibilité alimentaire (Elizarov 1965).

# **Conclusion**

Cette étude nous a permis de recueillir des données fondamentales sur la biologie et la dynamique de *Plectorinchus mediterraneus* pêchée dans les eaux du Sud Marocain.

Sur la base de critères morphométriques et méristiques, nous avons caractérisé la population de *Plectorinchus mediterraneus*. Les valeurs numériques obtenues sont proches ou égales de celles rapportées par la littérature. Les croissances des différentes parties du corps sont souvent isométriques par rapport à la longueur totale ou à la fourche.

L'âge de *Plectorinchus mediterraneus* a été déterminé par des méthodes directes : Par Brulages et par des coupes minces des otolithes.

La longueur à la fourche (Lf) et le poids corporel total (Pt) varient respectivement entre 18,5 et 52 cm et entre 154 g et 1567 g.

Le *Plectorinchus mediterraneus* capturée dans les eaux de Sud marocain présente une forte longévité. Les limites d'âges déterminés par la méthode de brulage des otolithes varient entre 1 et 11 ans et par la méthode des coupes minces des otolithes varient entre 1 et 10 . Les paramètres de la croissance chez calculés par le modèle classique de Von Bertalanffy sont:

<b>Linéaire: Par Brulage</b>	Population totale;	$L_t = 51.9 [1 - e^{-0.22(t + 0.43)}]$ ,
	Mâles;	$L_t = 51.31 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]$ ,
	Femelles;	$L_t = 51.96 [1 - e^{-0.22(t + 1.32)}]$ .
<b>Par les coupes minces</b>	Population totale;	$L_t = 52.24 [1 - e^{-0.19(t + 0.32)}]$ ,
	Mâles;	$L_t = 52.16 [1 - e^{-0.20(t + 0.22)}]$ ,
	Femelles;	$L_t = 49.81 [1 - e^{-0.21(t + 0.53)}]$ .

<b>Pondérale:</b>	Population totale;	$P_t = 2316.58 [1 - e^{-0.22(t + 0.43)}]^{2.99}$
	Mâle :	$P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$
	Femelle :	$P_t = 2115.14 [1 - e^{-0.22(t + 1.38)}]^{2.93}$

Les valeurs calculées et théoriques de la croissance linéaire et pondérale sont proches, ce qui indique une bonne description de la croissance de *Plectorinchus mediterraneus* par le modèle classique de Von Bertalanffy. La croissance linéaire de cette espèce dans le Sud marocain est moyenne que dans les autres régions de l'atlantique.

La croissance relative de *Plectorinchus mediterraneus* est globalement isométrique ( $b = 2,99$ ), même chez les femelles ( $b = 3,00$ ) mais Elle est minorante chez les mâles ( $b = 2,93$ ).

## Références

Arid, H., Moudni, H., Orbi, A., Talbaoui, M., Idrissi, J. I., Massik, Z., ... & Paoli, R. (2005). Télédétection spatiale et SIG pour la gestion intégrée des potentialités aquacoles. *Geo Observateur*, 63-79.

Atarhouch T., Rüber L., Gonzalez E. G., Albert E. M., Rami M., Dakkak A. and Zardoya R. (2006) «Signature of an early genetic bottleneck in a population of Moroccan sardines *Sardina pilchardus*». *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 39(2), 373-38.

Bennouna, A., Assobhei, O., Berland, B., & El Attar, J. (2000). Étude des populations phytoplanctoniques de la lagune de Oualidia (Maroc); dinoflagellés potentiellement nuisibles. *Marine Life*, 10(1-2), 3-18.

Bellamy Elise, Caill-Milly Nathalie, Lissardy Muriel, Mahe Kelig (2015). Pièces calcifiées utilisées pour estimer l'âge des principales espèces de poissons du sud du golfe de Gascogne. Fête du port de Saint-Jean de Luz / Ciboure - 11-12/04/2015.1

Berraho, B., Soumoue, L., Bai, T. B., Daoudi, M., Benazzouz, C., & Chioua, J. Cette synthèse océanographique met l'accent sur les principaux résultats issus des campagnes océanographiques réalisées par l'INRH le long de la côte atlantique et méditerranéenne marocaine ainsi que du suivi issu du traitement des produits satellites pour l'année 2014 Elle a été réalisée par les chercheurs suivants.

Beyer, J.E., 1991- On length-weight relationships. Computing mean weights from length statistics. *Fish byte* 9 (1991), 50-54: pp.

CHILTON, D.E. El' R.J. BEAMISH, 1983. Méthodes de détermination de l'âge des poissons étudiés dans le cadre du Programme sur le poisson de fond de la Station de biologie du Pacifique, *Publ. spéc. can. Sc!.* halieut. aquat. 60: 102 p.

COLLIGNON J.1965 Pêches maritimes au Maroc. Résultats statistiques. Bull. Inst. Pêche maritime au Maroc N°17 85 p.

Dagnelie, P., 1975- Théories et méthodes statistiques. Applications agronomiques (2vol.). Gembloux, Presse Agronomique, 378 + 451 p.

Hilmi K., A. Benazzouz, H. Bouksim, A. Bentamy, H. Demarcq, A. El Moussaoui et A. Atillah, 2013. Bulletin National de l'Upwelling, Institut National de Recherche Halieutique (Maroc), N°4 – AVRIL 2013, 11 p.

Hilmi Karim, Makaoui Ahmed, Ettahiri Omar, Idrissi Mohamed, Abdellaoui Benyounes, Aziz Agouzouk, Tarik BaiBai, Ait Chattou ElMustafa, Ismail Bessa et Bouksim Hassan (2017) - Circulation Marine de la Baie de Cintra (Sud du Maroc) par Modèle Hydrodynamique 2D. European Scientific Journal, April 2017 edition. Vol 13, N°12.

Hilmi Karim, Orbi Abdellatif, Makaoui Ahmed, Bouksim Hassan, Idrissi Mohammed, Ettahiri Omar, Abdellaoui Benyounes et Ait Chattou Mustapha (2017) - Circulation Marine de La Baie De Dakhla (Sud Du Maroc) par Modèle Hydrodynamique 2d. European Scientific Journal, April 2017 edition. Vol 13, N°9.

Erimesco,P., 1978.upper trophic levels Upwelling areas. In: Upwelling ecosystems. Boji,R. et Tomezak, M.,Ed. Sprniger-verlag,101-110.

Elizarov A.A. 1965. Long-term variations of oceanographic conditions and stocks of cod observed in the areas of west Greenland, Labrador and Newfoundland. Int. Comm. Northw. Atlantic. Fish. Spec. Publ., 6: 827-831.

Fréon P. (1988) «Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal». Inst. Française de Recherche. Sci pour le développement en Coopération.Collection Etudes et Thèses, Paris 1988 ORSTOM (Ed), 287 pp.

Furnestin,J., 1959. L'hydrologie du Maroc atlantique de 1949 à 1953.Rev. Trav. Inst. Inst. Scient. Techn . Peches Marit. 23(1):5-77

Fisher W., Bianchi G. & W. B. Scott 1981 – Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique Centre – Est ; zones de pêche 34, 47 (en partie) ; FAOROME Vols. 1-7 : pag. Var

Lea, E (1910). On the methods used in the herring investigations. Publ. Circ. Cons. Int. Expl.Mer, Copenhagen, 7-175.

Lee, R.M (1912). A review of the methods of age and growth determination in fish by means of scales. Fisheries Fish Inves. London,32 p.

Limam, D. A. O. (2005). Les ressources de petits pélagiques en Mauritanie et dans la zone nord ouest africaine: variabilité spatiale et temporelle, dynamique et diagnostic (Doctoral dissertation, Université Montpellier II).

Loulad S., R. Houssa, A. Boumaaz, H.Rhinane and O. Saddiqi (2016) - Study and analyse of spatial distribution of waste in the southern atlantic of morocco. Proceedings, 6thConference on Cartography and GIS, 13-17 June 2016, Albena, Bulgaria. ISSN: 1314-0604, Eds: Bandrova T., Koneeny M. pp. 451-461.

M.Huasaini. ,A I-Baz, S. Al-Ayoub, S. Safar, Z. Al-Wazan, S. Al-Jazzaf- Age, growth, mortality, and yield-per-recruit for nagroor, P.O. Box 1638. Salmiyah 22017, Kuwait Pomadasys kakaan, in Kuwait's waters ome simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 52-234

PAULY, D. AND MUNRO, J.I., 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte,21-23.

PAULY, D., MOREAU, J. AND ABAD, N., 1995. Comparison of age structured and length-converted catch curves of brown trout *Salmo trutta* in 2 French rivers. Fish. 14-51.



Dufour Jean-Louis (2011). Essai d'estimation de l'âge du maigre par la méthode des coupes fines *Argyrosomus regius* (Asso,1801).1-8

Gallois, L. (1920, November). Le phénomène de la houle sur la côte atlantique du Maroc. In *Annales de Géographie* (Vol. 29, No. 162, pp. 462-464). Armand Colin.

Guichenot A. 1850. Holotype de *Diagramma mediterraneus guichenot*, 1850 in exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841 et 1842, poissons. *Histoire Naturelle Algérie*, 45, pl. 3.

Gobert B,Reynal, (2002). Les ressources démersales des Antilles et leur exploitation. La pêche aux Antilles: Martinique et Guadeloupe, IRD Editions, pp. 49-65.

Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M. & Erzini, K., 1997- Weight-length relationship for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fish. Res.* 30 (1997). 253-256

Gordoa (2000)- Growth performance of four wrasse species on the north-western Mediterranean coast. *Fish.* 45:43-50

Safran, P., 1992- Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Mar. Biol.* 112 (1992). 545-551

Stequert, B., 1971- Contribution à l'étude du sar D. labrax L. des réservoirs à poissons de La région d'Arcachon. Thèse 3ème cycle, Fac. Sc. Bordeaux. 149 p.

Richter, H.C., Luckstadt, C., Focken, U. & Becker, K., 2000- An improved procedure to assess fish condition on the basis of length-weight relationships. *Arch. Fish. Mar. Res.* 48 (2000). 255-264

Petrakis J.M. & Stergiou K.I., 1995- Weight-length Relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish.* 465-46.

Vaissière, R., & Seguin, G. (1980). Étude préliminaire de peuplements de Copépodes (juillet 1977) en relation avec l'hydrologie des mers Tyrrhénienne et Ionienne. *Oceanologica Acta*, 3(1), 17-29.

Von Bertalanffy L. V. (1938) «Aquantitative theory of organic growth.(Inquiries on growthlaws II)». 180-213

Somoue, L., Berraho, A., Ettahiri, O., Elkhiaiti, N., Ramdani, M., Larissi, J., et Lam, H. T. (2013). Le plancton (phytoplankton, zooplankton et ichtyoplankton) de la côte Atlantique sud marocaine (Cap Boujdor-Cap Blanc). *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologie*, 49, 7-18.

Weatherly A.H. & Gill H.S. 1987. *The biology of fish growth*. Academic Press, Orlando, FL, 443 p.

## References électroniques

<http://www.citypopulation.de/WesternSahara.html>

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1621025>

Par Kmusser — Travail personnel based primarily on the Digital Chart of the World, with this UN map and commercial atlases (Rand McNally, Google, Encarta, and National Geographic) used as references. CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1621025>

