

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : Halieutique

Thème :

**Contribution à l'étude de la croissance d'un poisson  
plat du centre de l'Algérie (baie de Bou-Ismaïl, baie  
d'Alger )Bothus podas(Delaroche.,1809).**

Présenté par:

- **KHELIFA Yasmine**
- **ZAMOUCHE Sihem**

Soutenu le 26/07 /2011 devant le jury suivant :

<b>M<sup>me</sup> FEZAA.N</b>	<b>(ENSSMAL)</b>	<b>Présidente</b>
<b>Mr KACHER .M</b>	<b>(ENSSMAL)</b>	<b>Promoteur</b>
<b>Mr ETSOURI .M</b>	<b>(CNRDPA)</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mr BELHASNAT.R</b>	<b>(ENSSMAL)</b>	<b>Examineur</b>

Promotion : 2010/2011

## *Remerciements*

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Madame N.FEZAA d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.*

*Nous remercions Monsieur R.BELHASNAT d'avoir accepté d'évaluer cet humble travail.*

*Nous tenons à remercier également Monsieur M.ESTOURI pour avoir pris le temps d'examiner notre mémoire.*

*Nous remercions Monsieur M. KACHER d'avoir accepté de diriger et de suivre la progression de ce travail par ses critiques efficaces et constructives, et nous tenons vraiment à le remercier pour sa sympathie.*

*C'est avec un grand plaisir que nous remercions Madame H.S KORICHI de nous avoir aimablement accepté au cours des sorties organisées pour ses étudiants.*

*Nos remerciements s'adressent aussi au personnel de l'E.N.S.S.M.A.L et de l'I.N.S.T.P.A qui nous ont permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions, ainsi que nos camarades qui nous ont aidés dans le travail au laboratoire.*

*Nos plus vifs remerciements à nos très chers parents pour leurs encouragements.*

## Sommaire

Introduction .....	1
Chapitre I : Généralités	
1. Présentation de l'espèce.....	2
1.1. Forme générale .....	2
1.2. Coloration.....	4
1.3. Position systématique .....	4
1.4. Ecologie et biologie de <i>B. podas</i> .....	5
1.5. Période de reproduction.....	5
1.6. Maturité sexuelle et phase larvaire .....	5
1.7. Régime alimentaire.....	5
1.8. Distribution géographique .....	6
1.9. Pêche .....	6
Chapitre II : Matériels et méthodes	
1. Echantillonnage.....	7
1.1. Traitements au laboratoire .....	8
a. Sexage .....	8
b. Mensurations .....	8
c. Pesées .....	8
d. Prélèvement, pesée et conditionnement des otolithes .....	8
1.2. Traitement des otolithes .....	9
1.2.1. Préparation à la lecture et à l'interprétation des anneaux annuels.....	9
-Lecture directe.....	9
- Lecture directe au DCA 10%.....	10
1.2.2. Préparation des otolithes à la lecture des accroissements journaliers.....	10
- Dénombrement des accroissements journaliers.....	10
2. Analyse des données.....	11

2.1. Allométrie.....	11
3. Etude de la croissance en longueur.....	12
3.1. Méthodes indirectes.....	12
3.1.1. La méthode de Bhattacharya (1967).....	12
3.1.2. La méthode de Harding (1949) et Cassie (1950, 1954).....	12
3.2. Méthodes directes.....	13
3.3. Le modèle de croissance linéaire.....	13
3.3.1. Principe de l'équation de Von Bertalanffy (1938).....	13
3.3.2. Détermination des paramètres du modèle de croissance ( $K$ , $L_{\infty}$ et $t_0$ ) par la méthode de Gulland ( 1969).....	13
4. La croissance relative (relation taille-poids).....	14
4.1. Le modèle de croissance pondérale.....	15
5. Evolution du poids des otolithes en fonction des groupes d'âges.....	15
Chapitre III : Résultats, interprétations et discussions	
1. Résultat.....	16
1.1. Echantillonnage, sexage et distribution de fréquences de tailles.....	16
1.1.1. Allométrie.....	17
1.1.1.1. La distance interorbitaire.....	17
1.1.1.2. La relation Poids total (Wt)- Longueur totale ( Lt).....	18
1.1.1.3. La relation Poids de l'otolithe (Wo)- Longueur totale (Lt).....	20
1.2. Etude de la croissance en longueur .....	21
1.2.1. Méthodes indirectes.....	22
1.2.1.1. La méthode de Bhattacharya (1967).....	22
1.2.1.2. La méthode de Harding (1949)et Cassie(1950 et 1954).....	22
1.2.2. Méthodes directes.....	23
1.2.2.1. Lecture des accroissements journaliers.....	23
1.2.2.2. Lecture des accroissements annuels.....	23

1.2.3. Détermination des paramètres de croissance par la méthode de Gulland (1969).....	24
1.2.4. Le modèle théorique de croissance de Von Bertalanffy ( 1938) de <i>B.podas</i> du centre de l'Algérie.....	25
1.3. Le modèle de croissance relative ou pondérale.....	26
1.4. Le modèle de croissance théorique en poids des otolithes.....	28
2. Discussion .....	29
Conclusion.....	32
Bibliographie.....	33
Annexes.....	36

L'objectif en halieutique, est l'optimisation de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques en particulier marines, pour assurer à l'homme le maintien, et/ou mieux, le développement à long terme de telles ressources, à apports économiques, et autres apports indispensables à sa survie (Collignon., 1991).

À l'origine, comme pour les écailles, les otolithes ont été utilisés pour étudier les cycles saisonniers et annuels de croissance et il existe maintenant une littérature abondante sur le sujet. Leur observation, en entier ou après une préparation, permet de donner une estimation de l'âge avec une bonne précision (Vibert & Lagler, 1961). Mais, c'est la découverte par Pannella (1971) d'accroissements journaliers dans les otolithes qui a ouvert de nouveaux champs d'investigation.

*B. podas* (Delaroche, 1809) est un poisson appartenant à la famille des Bothidés. Peu d'études ont été réalisées sur la croissance de cette espèce si ce n'est les travaux de Stergiou et Moutopoulos (2000), Abdallah, (2002) et Schintu et al (1994) en Méditerranée et Morato et al (2001) ; Morato et al (2007), Nash et al (1991) dans les Açores.

Selon la littérature, l'étude de la croissance est difficile vu la difficulté de l'interprétation des zones de ralentissement de croissance hivernale.

Le comptage des stries journalières permet d'estimer l'âge le plus proche chez les juvéniles grâce aux accroissements déposés quotidiennement sur l'otolithe des larves.

La présente étude a pour objectifs l'étude de la croissance et de l'âge de *B.podas* du centre de l'Algérie. Elle comporte quatre chapitres :

Le premier dans lequel seront présentées les caractéristiques morphologiques, biologiques et écologiques de l'espèce.

Le deuxième dans lequel seront présentées la zone d'étude, les différentes étapes du traitement au laboratoire et les méthodes de travail utilisées

Le troisième dans lequel seront évoqués les résultats obtenus et leurs interprétations.

Le quatrième dans lequel la discussion et conclusion seront présentées.

## 1. Présentation de l'espèce :

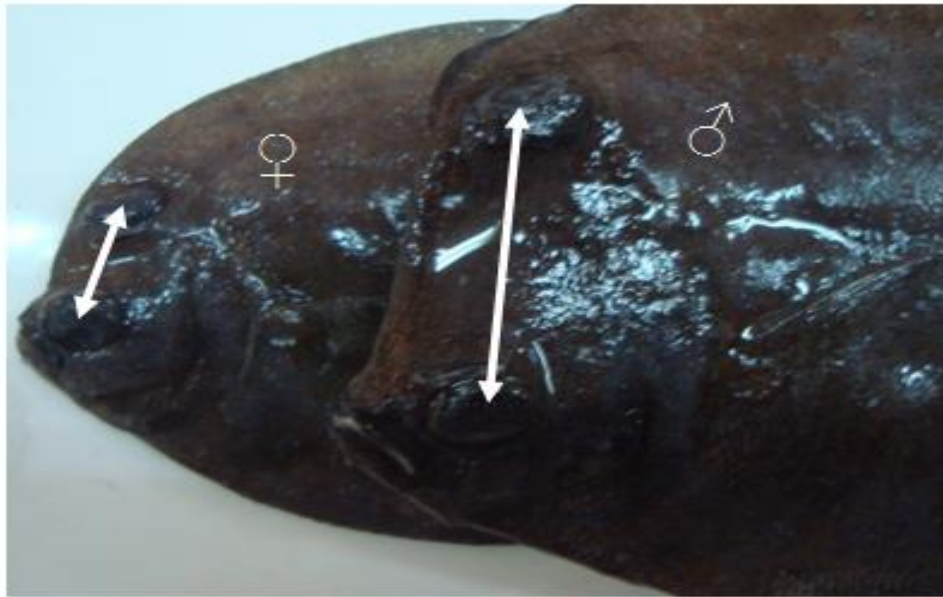
### 1.1. Forme générale :

*B. podas* appartient à la famille des Bothidae. Elle est caractérisée par un corps plat et ovale, ainsi que deux faces : oculée (zénithale) et aveugle (Figure1). Sa hauteur représente 55 à 62% de la longueur standard. Le profil antérieur de la tête est presque vertical chez les mâles matures. Une légère échancrure est présente au-dessus et en avant de l'œil inférieur, ce dernier est nettement en avant de l'œil supérieur (Bauchot, 1987). Cette espèce est munie d'une petite bouche, d'un front élevé et d'un museau court (Louisy, 2002). Les deux yeux sont à la face gauche -poisson dit senestre- (Guellili et Mokrani, 2007), ils sont globuleux et très écartés l'un de l'autre par un espace plus ou moins concave. Fisher *et al* (1987) fait la description suivante des autres caractères distinctifs : La ligne latérale est fortement sinueuse dans sa partie antérieure. La nageoire dorsale est longue, commençant au-dessus ou en avant de l'œil supérieur. La nageoire pelvienne de la face oculée est plus grande que celle du côté aveugle. La caudale est séparée de la dorsale et de l'anale (Bauchot, 1987). C'est une petite espèce dont la taille commune varie de 8 à 18 cm et qui peut atteindre une taille maximale de 45 cm chez les mâles.

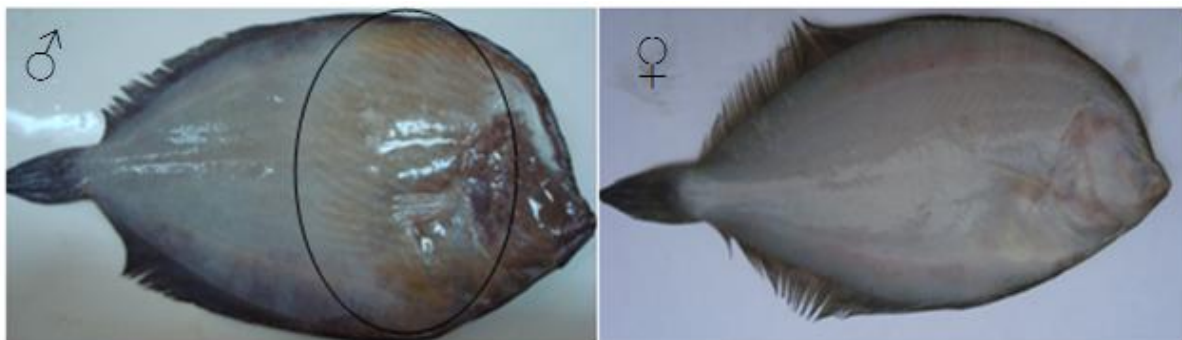


**Figure 1.** Forme générale de *B. podas* du centre de l'Algérie (Khelifa et Zamouchi, 2011).

Le dimorphisme sexuel est une propriété intéressante qui caractérise cette espèce. Il se traduit par : un écartement des yeux plus prononcé chez les mâles que chez les femelles (figure 2). Par ailleurs, les mâles arborent une petite épine sur le museau (figure 4) et une face aveugle striée contrairement aux femelles (Figure 3).



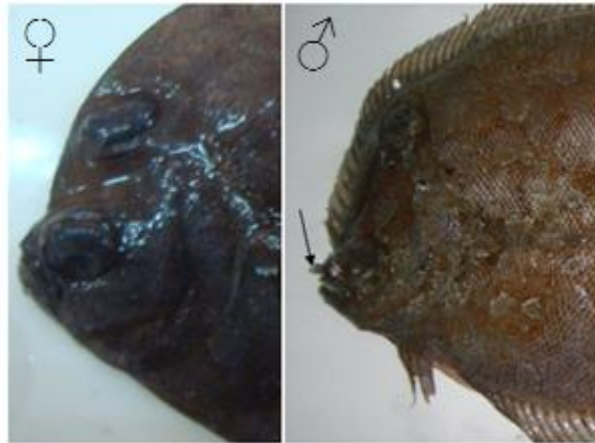
**Figure 2.** Distance interorbitaire chez les deux sexes (Khelifa et Zamouchi, 2011).



**Face aveugle striée**

**Face aveugle non striée**

**Figure 3.** Face aveugle chez les deux sexes (Khelifa et Zamouchi, 2011).



**Figure 4.** Présence d'une épine chez les mâles (Khelifa et Zamouchi, 2011).

## 1.2. Coloration

Selon Bauchot (1987) et Guellili et Mokrani (2007) la face pigmentée (oculée) est brun verdâtre, noirâtre, jaunâtre, ou grisâtre. Elle est mouchetée de petites taches blanches ou jaunâtres ocellées de brun violacé et parfois uniformément brunâtre. Cette espèce change de couleur en fonction du milieu, c'est l'homochromie, qui permet à l'espèce de se camoufler et de se rendre invisible. En général, une coloration noire au niveau de la zone inter-orbitaire sert comme un signal d'agression, ou parfois c'est le corps tout entier qui devient très sombre ; Tandis qu'une coloration plus claire, gris blanc indique une posture de soumission (Carvalho *et al*, 2003). La coloration des nageoires impaires est identique à celle du corps. La face aveugle est généralement blanchâtre (Stauch, 1966)

## 1.3. Position systématique

### Classification

Cette espèce est classée comme suit :

<b>Embranchement</b>	<i>Chordata</i>
<b>Classe</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Ordre</b>	<i>Pleuronectiformes</i>
<b>Famille</b>	<i>Bothidae</i>
<b>Genre</b>	<i>Bothus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Podas</i>

**Nom scientifique:** *Bothus podas* (Delaroche, 1809).

#### 1.4. Ecologie et biologie de *B. podas*

*B. podas* est un poisson benthique, il occupe des fonds sableux et vaseux, où il y vit enfoui, mais aussi rocheux. Selon Bruslé et Quignard (2004), on le retrouve de 10 à 50 m de profondeur en général et peut atteindre une profondeur maximale de 400mètres et il a la capacité de s'enfouir rapidement dans le substrat. Il vit rarement seul, les sexes sont séparés (gonochorique) et la fécondation est externe. Au niveau des Açores et selon Carvalho *et al* (2003), durant la période de reproduction, les mâles d'un territoire donné, courtisent et s'accouplent successivement avec les femelles du même territoire-Un système de harem a été observé-.

#### 1.5. La période de reproduction

Les résultats concernant la période de reproduction et la période de ponte retrouvés dans la littérature sont peu précis notamment en ce qui concerne la période de ponte. On les a compilés ci-dessous (tableau1). :

**Tableau 1.** Périodes de reproduction et périodes de ponte chez *B. podas* déterminées par divers auteurs dans différentes zones géographiques

Auteurs	Période de reproduction	Période de ponte
Delaroche (1809)	Mai à Août	*
Dieuzeide <i>et al.</i> (1955), Algérie		Avril à Juillet
Tortonese <i>et al</i> (1975), Italie	Mai à Août	*
Nielsen J.G. (1986), nord-est de l'Atlantique	Mai à Août	*
Fisher <i>et al.</i> (1987), Méditerranée occidentale	Mai à Août	*
Morato <i>et al</i> (2007), Les Açores		Juillet à Septembre
Abid <i>et al</i> (2007), Tunisie	Mai à Août	Juillet à Septembre

#### 1.6. Maturité sexuelle et phase larvaire

Les femelles atteignent la maturité sexuelle a une longueur inférieure à celle des mâles et le cycle sexuel des deux sexes est synchronisé (Abid, 2010). Les ovules pondus sont éparpillés sur le fond et les larves ont une longue phase pélagique qui dépend de la température - si elle est élevée la période de séjour diminue et inversement-. D'après Smith *et al* (1975 in Evseenko, 2008), les larves de *Bothus* sont concentrées aux abords du plateau continental. Pour Ahlstrom *et al* (1984) et Seikai (1992), les juvéniles développent des caractéristiques asymétriques y compris des organes internes, la position des yeux et la couleur du corps.

#### 1.7. Régime alimentaire

Le régime alimentaire est lié aux facteurs écologiques de chaque région, la disponibilité de nourriture, la nature du fond, et l'environnement.

Dans les Açores, d'après Nash *et al* (1991), les adultes de *B. podas* se nourrissent de polychètes, de crevettes et de poissons contrairement aux juvéniles qui se nourrissent principalement de crustacés. En Méditerranée, selon Darnaude *et al* (2001), les juvéniles de *B. podas* se nourrissent principalement de Polychètes, de mollusques bivalves et de peu de crustacés, ils se nourrissent occasionnellement des juvéniles des échinodermes et de petits poissons. En Algérie, d'après Guellili et Mokrani (2007), les juvéniles se nourrissent principalement de crustacés (Amphipodes) et de mollusques (Gastéropodes).

### 1.8. Distribution géographique

*B. podas* est largement présente en Méditerranée et Atlantique Est le long de la côte ouest africaine. Elle est très abondante dans les Açores et toutes les îles de l'ouest de l'Afrique (Figure 5).



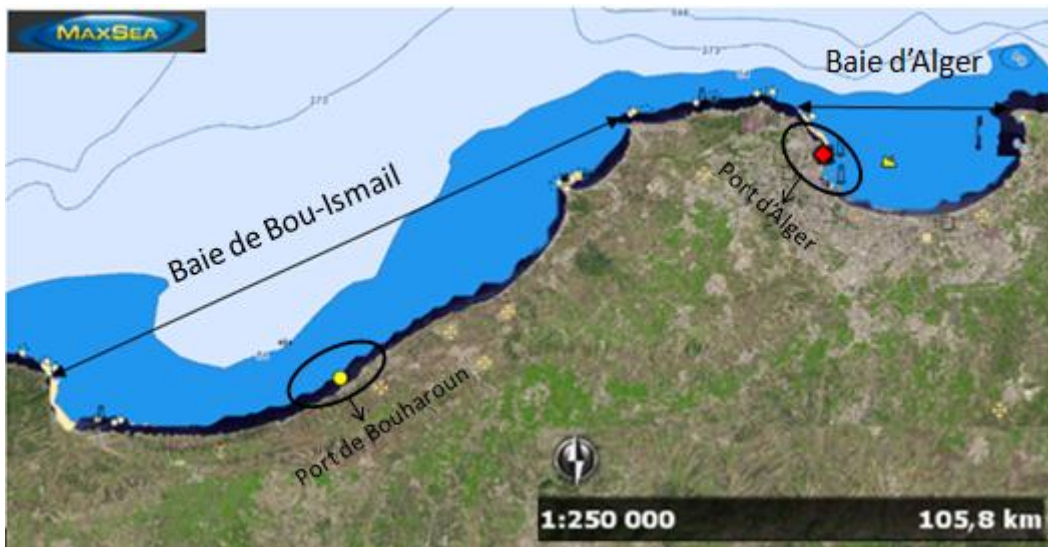
Figure 5. Répartition géographique de *B. podas* (Source : [www.Fishbase.org](http://www.Fishbase.org))

### 1.9. Pêche

*B. podas* fait partie des prises de la pêche semi-industrielle (Sicile et Chypre) et artisanale. Cette espèce est pêchée avec des sennes de plages, chaluts, filets maillants de fond et lignes à main. Régulièrement présente sur les marchés d'Espagne, mer Tyrrhénienne, Sicile et Chypre, occasionnellement en Grèce, en Turquie et en Tunisie (Bauchot, 1987), rarement ailleurs y compris l'Algérie où elle est généralement pêchée par les sardiniers et les petits métiers. Elle fait partie des prises accessoires et est commercialisée fraîche.

## 1. Echantillonnage

La zone d'échantillonnage concerne les zones de pêche fréquentées par les professionnels dans et aux alentours de la baie d'Alger et de dans et aux alentours de la baie de Bou-Ismaïl (Figure 6).



**Figure 6.** Situation géographique des espaces maritimes de la baie d'Alger (longitude 03°.14'.50 à 03°.00'.40, latitude nord 36°.49'.35 à 36°.49'.50) et de la baie de Bou-Ismaïl (entre 2°25' à l'Ouest et à 2°55' à l'Est). (Source : logiciel de pêche MaxSea. Timezero1.1). Les lignes de base délimitent les zones à l'intérieur desquelles la pêche est interdite pour les chalutiers.

En dépit du manque de disponibilité de l'espèce, 160 individus ont pu être collectés sur toute la période allant de la fin du mois de Janvier 2011 à la fin du mois d'Avril 2011. L'échantillon a été collecté par petits lots lors des débarquements au niveau des ports d'Alger et de Bouharoun.

Les individus de *B. podas* ont été congelés afin d'être traités ultérieurement.

## 1.1. Traitements au laboratoire

### a-Sexage

Tous les individus composant l'échantillon ont été sexés à l'œil nu en se basant sur la forme des gonades (Figure 7), qu'on peut observer en exposant l'espèce à la lumière (Les gonades apparaissent circulaires chez les mâles et plus allongées chez les femelles).



**Figure 7.** Illustration des formes des gonades des mâles (photo de droite) et des femelles (photo de gauche). Par Khelifa et Zamouchi (2011).

### b- Mensurations

\*La longueur totale (Lt) de tous les individus a été mesurée au millimètre à l'aide d'un ichtyomètre. Cette longueur Lt correspond à la distance entre le bout du museau et la limite de la nageoire caudale.

\*La distance interorbitaire de tous les individus a été mesurée au millimètre à l'aide d'un pied à coulisse.

### c-Pesées

\*Les poids totaux (Wt) ont été relevés au milligramme à l'aide d'une balance de type (Sartorius).

### d-Prélèvement, pesée et conditionnement des otolithes

Une incision au niveau de l'espace neurocrânien est nécessaire. Les deux paires, sagittae et lapillus, ont été prélevées et conservées dans des petits sacs transparents qui comportent, le numéro du poisson, sa longueur, son poids et son sexe.

Les pesées, réalisées avec une balance de précision de marque Pioneer, ont concerné les sagittae en distinguant le droit (OD) du gauche (OG) pour chaque individu. La différenciation de l'otolithe droit de l'otolithe gauche a été réalisée sous une loupe en positionnant les otolithes de telle sorte à ce que l'ouverture du *sulcus acusticus* soit orientée vers le haut.

Ensuite nous avons juxtaposé les deux otolithes de telle sorte à ce qu'ils forment un « V » (Figure 8).



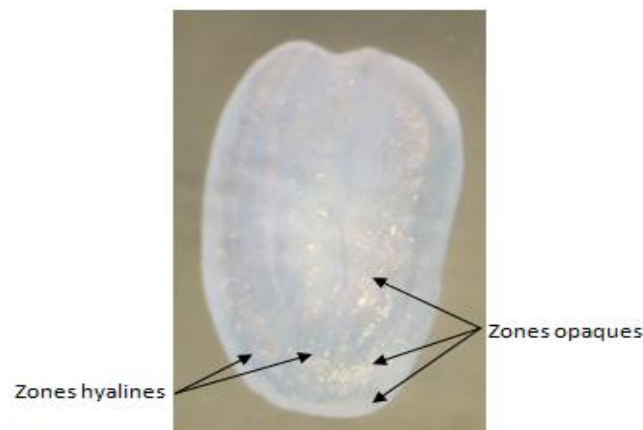
**Figure 8.** Différenciation des otolithes (sagittae) de *B. podas* tel que retenu : à gauche, la sagittae gauche (OG) et à droite, la sagittae Droite (OD) (Khelifa et Zamouchi, 2011).

## 1.2.Traitement des otolithes

### 1.2.1.Préparation à la lecture et à l'interprétation des anneaux annuels

#### -Lecture directe

Le dénombrement et l'interprétation des accroissements annuels ont été réalisés sous loupe binoculaire, en passant par les différents grossissements et en alternant les types de lumière (transmise et réfléchi). Au final le choix de la lumière réfléchi a été retenu (Figure9).



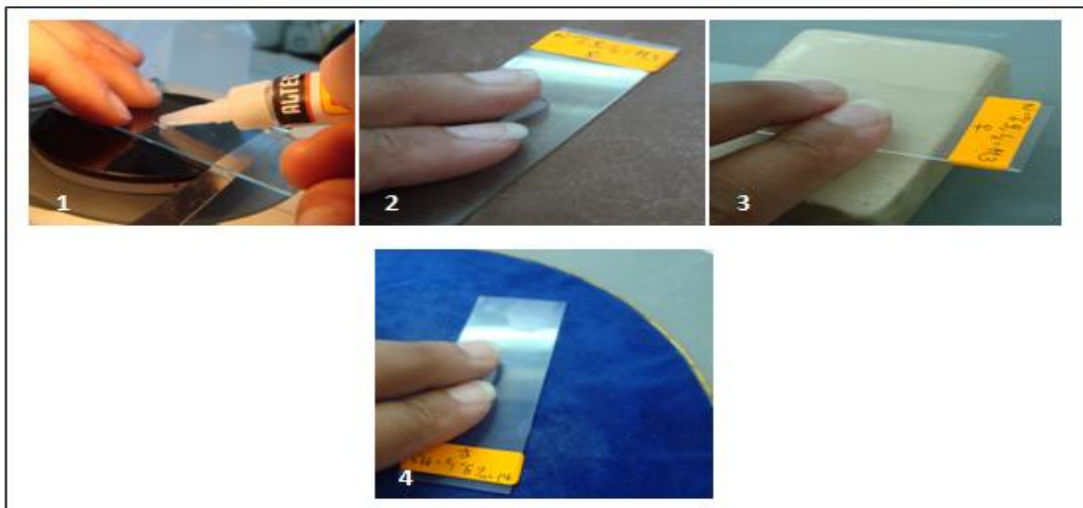
**Figure 9.** Distinction des anneaux hivernaux (otolithes de *B. podas*) sous lumière réfléchi (Khelifa et Zamouchi, 2011).

### -Lecture directe au DCA 10%

Du fait des difficultés rencontrées dans les interprétations des marques hivernales, nous avons tenté d'éclaircir quelques otolithes (sagittae) en les plongeant dans un verre de montre contenant une solution de DCA (acide dichloro-acétique à 10%). Après quelques secondes d'immersion et de réaction, la solution est absorbée à l'aide d'un coton-tige et l'otolithe est rincé à l'eau distillée. Suite à quoi, ces otolithes ont été observés sous loupe.

### 1.2.2. Préparation des otolithes à la lecture des accroissements journaliers

Les otolithes (Sagittae et Lapillus) sont montés (collés) chacun avec de la super-glue (Figure 10-1) sur des lames de verre étiquetées (N° du poisson, Lt, sexe) de façon à ce que la face concave adhère à la lame et que la face convexe soit orientée vers le haut. Une fois la colle séchée, les otolithes sont poncés soigneusement avec du papier de verre (0.12 mm de grains) (Figure 10-2) puis sont polis à l'aide de la fibre d'alumine (Figure 10-3) et lissés avec un disque de ponçage de type Magnet-Paf (Figure 10-4) tout en vérifiant, au microscope photonique, la progression du ponçage.

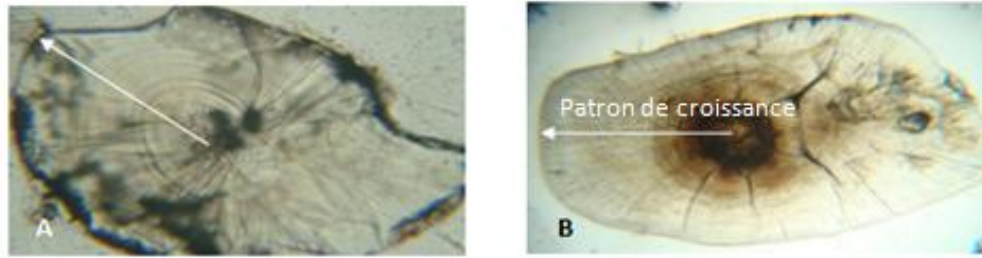


**Figure 10.** Les différentes étapes de la préparation des otolithes à la lecture des accroissements journaliers (Khelifa et Zamouchi, 2011).

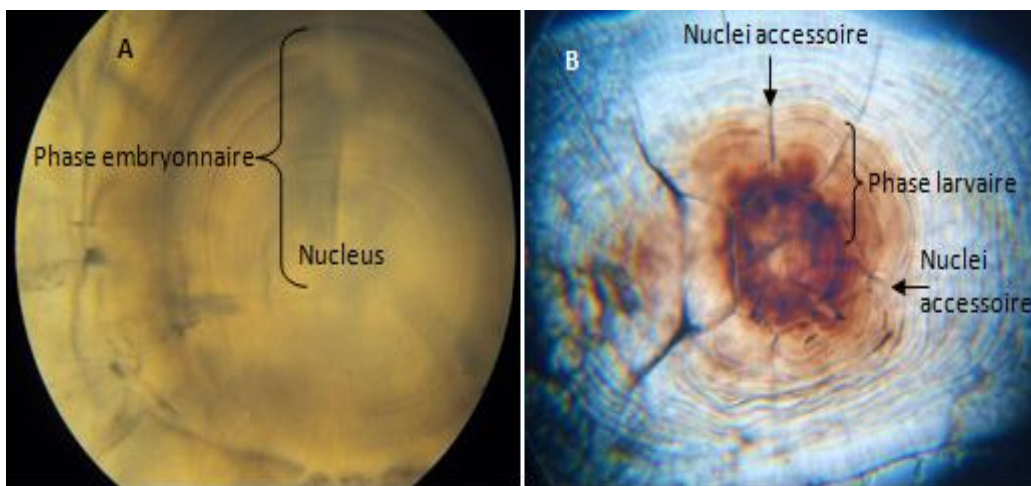
### Dénombrement des accroissements journaliers

Le dénombrement et l'interprétation des accroissements journaliers nécessitent le passage par différents grossissements (G10x10, G10x40 et G10 x100). Pour le grossissement (G10x100), une goutte d'huile d'immersion est ajoutée sur l'otolithe observé afin de les éclaircir.

La lecture et l'interprétation des accroissements journaliers (Figure 11 et 12) des Sagittae et des Lapillus se fait du nucléus vers le bord (rostre).



**Figure 11.** Aspect du patron de croissance et sens de lecture des accroissements journaliers du Lapillus (A) et Sagittae(B) de *B. podas* (Microscope photonique G10x10). Par Khelifa et Zamouchi (2011)



**Figure 12.** Les aspects des accroissements journaliers correspondant aux phases embryonnaire (A ; G10x40) et larvaire (B ; G10x10) de *B. podas*. Khelifa et Zamouchi (2011)

## 2. Analyse des données

### 2.1. Allométrie

L'allométrie en sciences halieutiques définit les types de corrélation existant entre les caractéristiques morphométriques et/ou mesurables d'un organisme.

Dans le présent travail trois allométries différentes ont été étudiées :

- L'allométrie entre la longueur (Lt) et le poids total (Wt) du poisson ;
- L'allométrie entre la longueur (Lt) et le poids (Wo) de l'otolithe ;
- L'allométrie entre la longueur (Lt) et la distance (DIO) interorbitaire.

### 3. Etude de la croissance en longueur

#### 3.1. Méthodes indirectes

##### 3.1.1. La méthode de Bhattacharya (1967)

Cette méthode est basée sur le fait qu'une distribution, ne comportant pas de classe vide, peut être transformée en droites de pente négative, en portant en ordonnée pour chaque abscisse les centres de classe (C.C), la quantité  $\Delta \text{LnZ}$  étant la différence des logarithmes de fréquences consécutives dans la distribution, (OLIVER, 1992).

La méthode suppose que les intervalles (h) sont petits par rapport à chacun des écarts type (s) en précisant que la valeur critique de ce rapport est  $h/s \leq 2.2$ .

L'équation de Bhattacharya (1967) s'écrit comme suit :  $\Delta \text{LnZ} = \text{LnZ}_{(x+h)} - \text{LnZ}_{(x)}$

**Z** : effectifs ; **h** : intervalle de classe ; **x** : centre de classe.

##### 3.1.2. La méthode de Harding (1949) et Cassie (1950, 1954), in Kacher (1989)

Dans cette méthode, en coordonnées gauusso-arithmétiques, la fonction de répartition d'une loi normale de moyenne **m** et d'écart-type **s** est représentée par une droite (la droite de HENRY). La moyenne **m** est l'abscisse associée à une ordonnée **p** de 50 %. L'écart type **S** est donné par la demi -différence des abscisses associées aux points d'ordonnées 15,87 % et 83,15 %. Ceci en raison du fait que 15,87 % d'une distribution normale se situent de part et d'autre de la moyenne d'une quantité égale ou supérieure à l'écart- type.

A l'aide du papier gauusso-arithmétique, il est obtenu pour la fonction de répartition (distribution cumulée des probabilités) d'un mélange de composantes gaussiennes assez séparées, une courbe présentant autant de points d'inflexions qu'il y a de composantes.

Le point d'inflexion de plus bas **P<sub>i</sub>** (d'ordonnée **P<sub>i</sub>**) correspond à la fin de l'influence de la première composante et au début de l'influence de la seconde. **P<sub>i</sub>** situe le pourcentage de la première composante du mélange. Sont multipliées toutes les ordonnées **P** par  $100/P_i$ . Pour les points situés en dessous de **P<sub>i</sub>**, est obtenue la droite associée à la première composante. Sont déduits la moyenne, l'écart-type et le pourcentage de cette composante.

Après avoir éliminé cette composante, le processus est recommencé et amène à isoler successivement les droites associées aux composantes restantes.

Lorsqu'il y a recouvrement entre deux composantes, est obtenue une courbe systématiquement différente d'une droite. La correction se fait en diminuant légèrement le pourcentage estimé de la composante **i**. Pour avoir la droite associée à la composante **i + 1**, au lieu de considérer les points situés entre **P<sub>i</sub>** et **P<sub>i+1</sub>** (points d'inflexion successifs), on part légèrement plus bas que **P<sub>i</sub>**.

Cette manière de procéder est empirique et demande un savoir faire et de l'expérience. Harding (1959) souligne que pour que cette méthode donne des résultats satisfaisants il faut disposer d'observations les plus nombreuses possibles.

### 3.2. Méthodes directes

Dans ce présent travail, deux techniques complémentaires de l'otolithométrie ont été utilisées. Il s'agit de :

- 1) : L'observation directe des marques annuelles de ralentissement de croissance,
- 2) : l'interprétation des accroissements journaliers sur les sagittae et les lapillus.

### 3.3. Le modèle de Croissance linéaire

#### 3.3.1. Principe de l'équation de Von Bertalanffy (1938)

Le modèle le plus utilisé est celui de Von Bertalanffy (1938) dont l'équation s'écrit comme suit :

$$L_t = L_\infty \cdot [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

$L_t$  : longueur du poisson à l'instant  $t$ .

$L_\infty$  : longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la longueur moyenne qu'atteindrait un poisson qui pourrait vivre et grandir indéfiniment.

$K$  : le coefficient de courbure, il caractérise la rapidité avec laquelle le poisson croît vers la longueur asymptotique.

$t_0$  : l'âge théorique pour lequel le poisson a une longueur nulle.

#### 3.3.2. détermination des paramètres du modèle de croissance ( $k$ , $L_\infty$ et $t_0$ ) par la méthode de Gulland (1969) :

L'équation de Gulland (1969) est une dérivée du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938). Elle s'écrit de la manière suivante:

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

#### 4. Croissance relative (relation taille-poids)

La relation qui lie le poids ( $w$ ) à la longueur ( $L$ ) est une relation d'allométrie qui s'écrit sous la forme :

$$W = a L^b$$

L'obtention des coefficients  $a$  et  $b$  se fera par linéarisation après transformation logarithmique.

$$\ln W = b \ln L + \ln a.$$

La valeur que prendra le coefficient  $b$ , déterminera le type de croissance ;

-Croissance allométrique de progression 3 entre  $L$  et  $W$ , qui signifie que  $L$  et  $W$  sont proportionnels. La croissance est dite isométrique.

-Allométrie minorante lorsque  $b < 3$  c'est à dire que  $W$  croît moins vite que  $L$ .

-Allométrie majorante lorsque  $b > 3$  et dans ce cas  $W$  croît plus vite que  $L$ .

Un test de conformité doit-être fait afin de confirmer la valeur du paramètre  $b$ , basé sur la comparaison entre une pente calculée et une pente théorique (Schwartz .,1983)

$$|t| = \frac{|P - P_0|}{S_{P_0}}$$

$$S_{P_0}^2 = \frac{\left(\frac{S_Y}{S_X}\right)^2 - P_0^2}{n-2}$$

$P_0 = b$  = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

$S_{p_0}$  = écart-type de la pente calculée ;  $n$  = nombre de couples de valeurs ;

$S_x$  = écart-type de  $L_f$  ;

$S_y$  = écart-type de  $W_T$  (avec d.d.l. =  $n - 2$  et  $\alpha = 5\%$ ) ;

**Si  $t < 1.96$**  : la différence n'est pas significative ;

**Si  $t \geq 1.96$**  : la différence est significative.

#### 4.1. Le modèle de Croissance pondérale

A partir de l'équation de Von Bertalanffy (1938) :

$$L_t = L_{\infty} \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Et l'équation de la relation longueur poids :

$$W_t = aL_t^b$$

On peut établir la relation pondérale :

$$W_t = W_{\infty} \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$$

$W_t$  : poids total (g).

$W_{\infty}$  : poids asymptotique du poisson (g).

$b$  : coefficient d'allométrie.

$t_0$  : âge auquel la longueur est théoriquement nulle.

$K$  : coefficient de croissance.

#### 5. Evolution du poids des otolithes en fonction des groupes d'âge

La relation allométrique entre le poids de l'otolithe et le poids du poisson s'écrit comme suit :

$$W_{\text{otolithe}} = a L_t^b$$

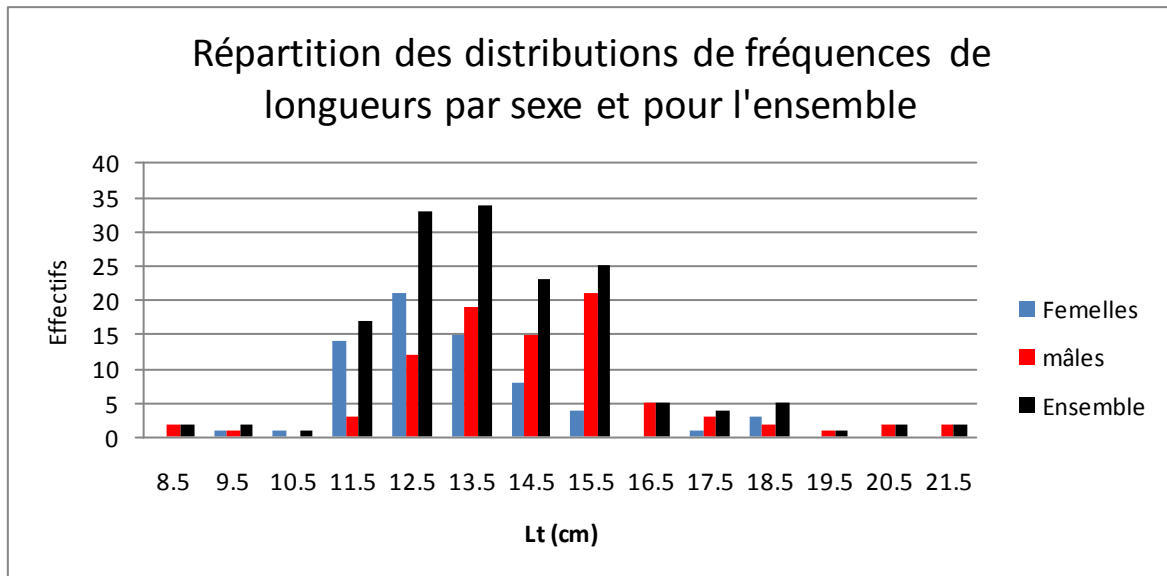
Remarque :

Pour les comparaisons des poids des otolithes droit (OD) et gauche (OG) du même sexe et entre les deux sexes, un test non paramétrique (Kruskal-Wallis, avec  $p=0.0005$ ), sous *Systat12* a été appliqué.

## 1. Résultats

### 1.1. Echantillonnage, sexage et distribution de fréquences de tailles.

Au total, 160 individus ont été collectés et répartis par sexe par centre de classe de 1 centimètre (Figure 13).



**Figure 13** : Répartition des distributions de fréquences de longueurs par sexe et pour l'ensemble des individus de *B. podas* collectés dans le centre de l'Algérie.

Les paramètres de longueurs, les données statistiques sur les mesures brutes sont résumés dans le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 2.** Paramètres statistiques estimés sur les longueurs totales brutes, par sexe et pour l'ensemble de l'échantillon.

Paramètres	Ensemble	Mâles	Femelle
N	160	90	70
Minimum	8.6	8.6	9.5
Maximum	21.7	21.7	21
Moyenne arithmétique	14.139	14.246	13.329
Ecart-type	2.141	2.606	2.129
Variance	4.582	6.792	4.533

### 1.1.1. Allométrie

#### 1.1.1.1. La distance interorbitaire

Les paramètres statistiques concernant les mesures de la distance interorbitaire des individus sexés sont résumés (tableau 3) ci-dessous :

**Tableau 3.** Récapitulatif des paramètres statistiques estimés sur les longueurs brutes et sur les distances interorbitaires (DIO) des mâles et des femelles de *B. podas*.

paramètres	Lt (cm) Mâles	DIO Mâles	Lt (cm) Femelles	DIO Femelles
N	82	82	66	66
Minimum	8.6	1	9.5	1
Maximum	21.7	3.9	21	2.8
Moyenne arithmétique	14.584	2.57	13.326	1.456
Ecart-type	2.337	0.627	2.144	0.364
Variance	5.464	0.393	4.599	0.133

Pour chaque sexe, une droite de régression (aux moindres carrés), montrant la corrélation entre la longueur totale (Lt) et la distance interorbitaire (DIO cm), a été construite (Figure 14). Les deux relations s'écrivent de la manière suivante :

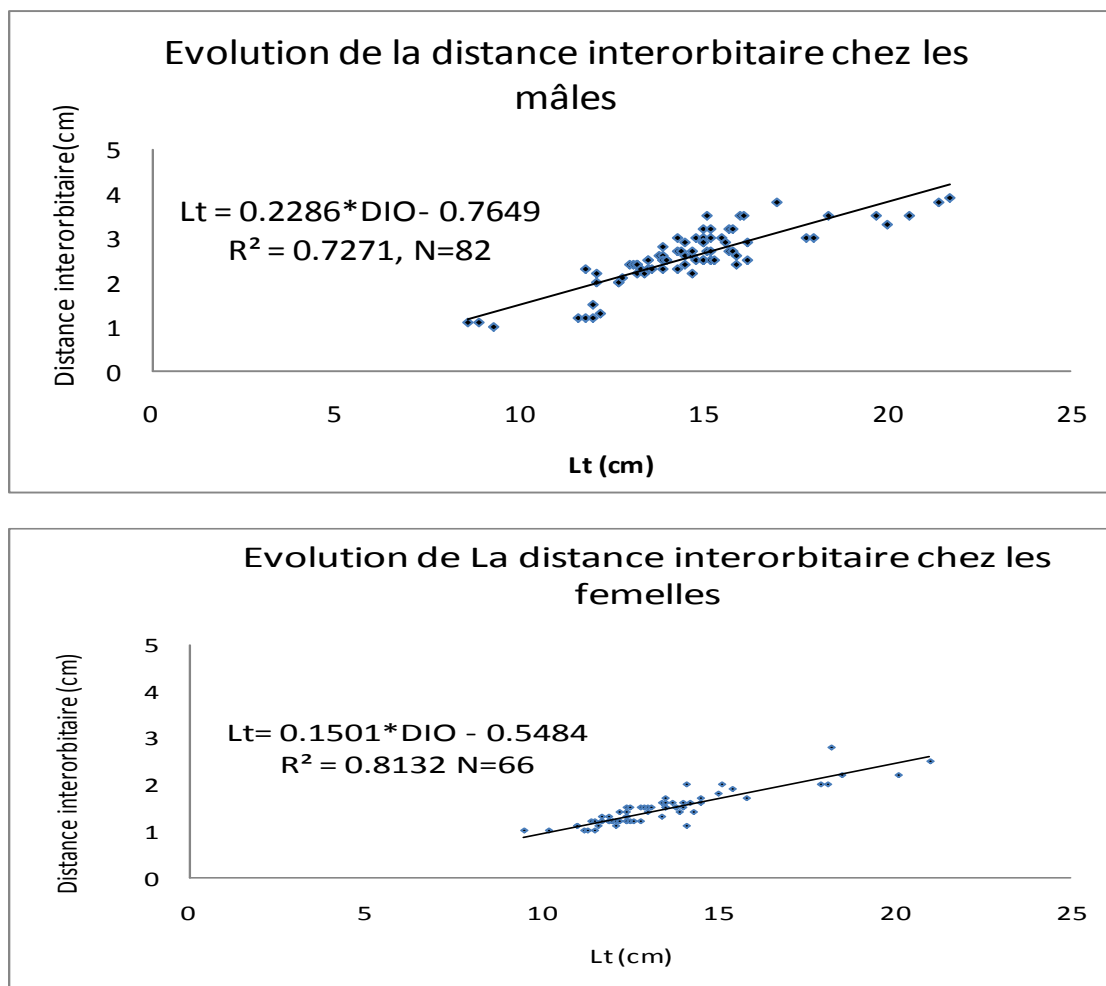
Pour les femelles :  $Lt (cm) = 0.1501 * DIO - 0.5484$

Pour les mâles :  $Lt (cm) = 0.2286 * DIO - 0.7649$

#### Comparaison des deux droites de régression

Une analyse des covariances (Ancova, avec  $H_0$  : les pentes et les ordonnées à l'origine des droites sont différentes) a été réalisée pour comparer les pentes des deux droites de régression. Le résultat est que les deux droites sont significativement différentes ( $F_{calculé} = 0,09 < F_{table} = 3,04$  ;  $P = 0,005$  et  $dl = 2$ ).

Effectivement, la distance interorbitaire DIO est significativement supérieure chez les mâles comparativement aux femelles.



**Figure 14** : Evolution des distances interorbitaires en fonction de la longueur totale (Lt) chez les mâles et les femelles de *B. podas* collectés dans le centre de l'Algérie.

### 1.1.1.2. La relation Poids total (Wt)-Longueur totale (Lt)

Les paramètres statistiques concernant les pesées et la longueur des individus sexes concernés sont résumés (tableau 4) ci-dessous :

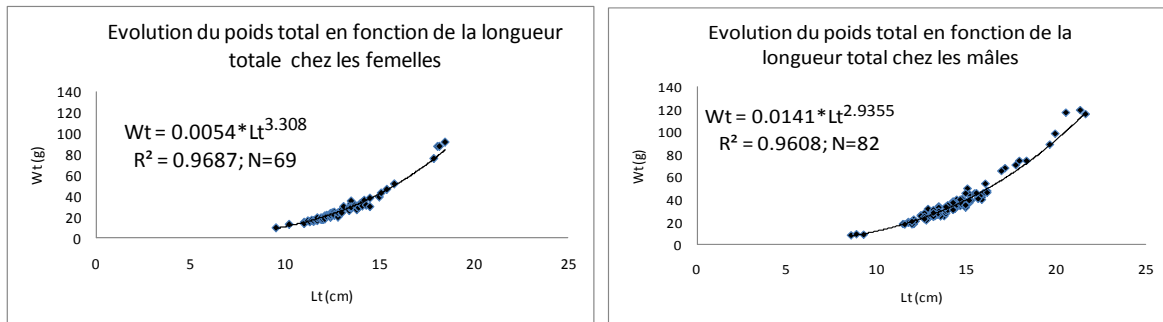
**Tableau 4.** Récapitulatif des paramètres statistiques estimés sur les poids totaux et les longueurs brutes des mâles, des femelles et de l'ensemble de *B. podas*.

paramètres	Lt (cm) M	Wt (g) M	Lt (cm) F	Wt (g) F	Lt (cm) Ens	Wt (g) Ens.
N	82	82	69	69	157	157
Minimum	8.6	8.72	9.5	10.48	8.60	8.72
Maximum	21.7	119.75	21	114.02	21.70	119.75
Moyenne arithmétique	14.584	39.352	13.326	31.326	13.93	34.79
Ecart-type	2.337	21.826	2.144	20.529	2.24	19.96
Variance	5.464	476.384	4.599	421.422	5.02	398.49

L'illustration (Figure 15) de l'évolution du poids total (Wt) en fonction de la longueur totale (Lt) montre une bonne corrélation (Mâles :  $r=0.980$ , Femelles :  $r=0.984$ , Ensemble :  $r=0.981$ ) entre les deux paramètres. Pour chacun des deux sexes, la relation entre le poids total et la longueur totale s'écrit :

Pour les femelles :  $Wt (g) = 0.0054 * Lt^{3.308}$

Pour les mâles :  $Wt (g) = 0.0141 * Lt^{2.9355}$

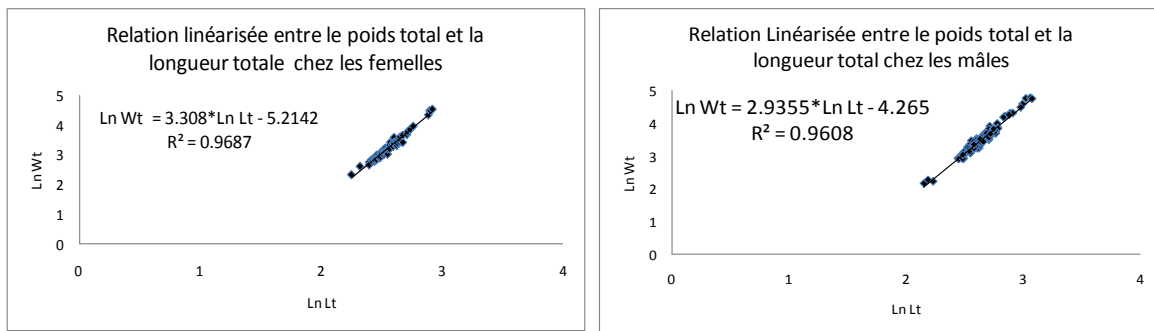


**Figure 15.** Evolution du poids total en fonction de la longueur totale chez les deux sexes de *B. podas* du centre de l'Algérie

Pour pouvoir comparer les prises de poids en fonction de la longueur par sexe, nous avons linéarisé les deux relations précédentes (Figure 16). Les deux équations ainsi obtenues sont de la forme :

Pour les femelles :  $\ln (Wt) = 3.308 * \ln (Lt) - 5.214$

Pour les mâles :  $\ln (Wt) = 2.936 * \ln (Lt) - 4.265$



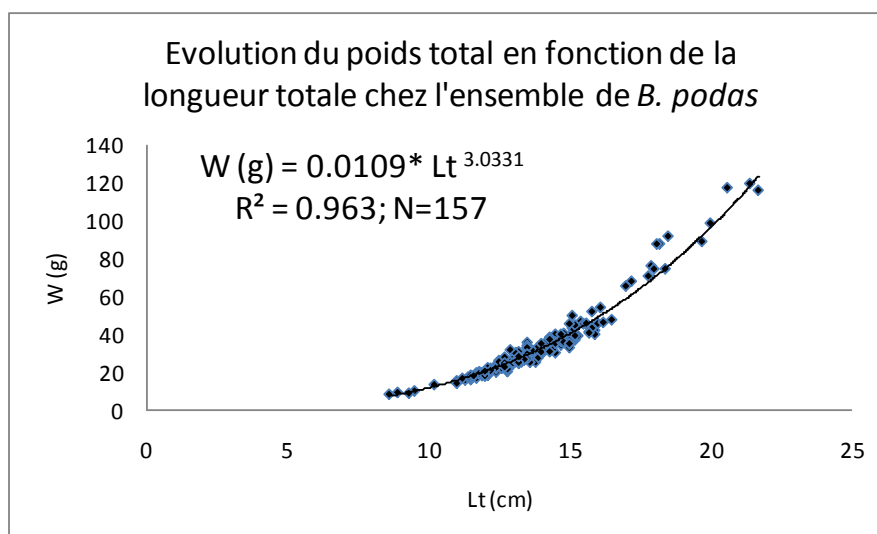
**Figure 16.** Droites de régression obtenues après linéarisation de la relation poids total et longueur totale chez les mâles et les femelles de *B. podas* du centre de l'Algérie

**Le Test d'isométrie**

Les comparaisons entre les valeurs de b (coefficient d'allométrie de la relation poids total – longueur totale) des mâles et des femelles par rapport à la valeur théorique **3** montrent des isométries dans le cas des deux sexes (mâles :  $|t|_{calculé} = 0.07 < |t|_{théorique} = 1.96$  ; femelles :  $|t|_{calculé} = 0.28 < |t|_{théorique} = 1.96$ )

La relation poids-longueur chez l'ensemble des deux sexes (Figure 17) s'écrit de la manière suivante :

$$W_t \text{ (g)} = 0.0109 * L_t^{3.0331}$$



**Figure 17.** Evolution du poids total en fonction de la longueur totale pour l'ensemble des deux sexes de *B. podas* du centre de l'Algérie

### 1.1.1.3. La relation Poids de l'otolithe (Wo)-Longueur totale (Lt)

Les paramètres statistiques concernant les pesées des otolithes et la longueur des individus sexés concernés sont résumés (tableau 5) ci-dessous :

**Tableau 5.** Récapitulatif des paramètres statistiques estimés sur les poids des otolithes (droit OD et gauche OG) et les longueurs brutes des mâles et des femelles de *B. podas*.

Paramètres	Lt (cm) Femelles	Wo D (g) F	Wo G (g) F	Lt (cm) Mâles	Wo D (g) M	Wo G (g) M
N	51	51	51	52	52	52
Minimum	10.2	0.002	0.002	11.5	0.002	0.002
Maximum	15.4	0.005	0.005	18	0.006	0.007
Moyenne arithmétique	12.724	0.003	0.003	14.273	0.003	0.003
Ecart type	1.105	0.001	0.001	1.438	0.001	0.001
Variance	1.221	0	0	2.067	0	0

Comme mentionné précédemment, pour les comparaisons des poids des otolithes droit (OD) et gauche (OG) du même sexe, un test non paramétrique (Kruskal-Wallis, avec  $p=0.0005$ ), sous *Systat12* a été appliqué. Le résultat est que pour le même sexe, aucune différence significative de poids n'existe entre l'otolithe droit et l'otolithe gauche (respectivement pour les mâles et les femelles :  $p=0.851 > 0.0005$  et  $p=0.958 > 0.0005$ ).

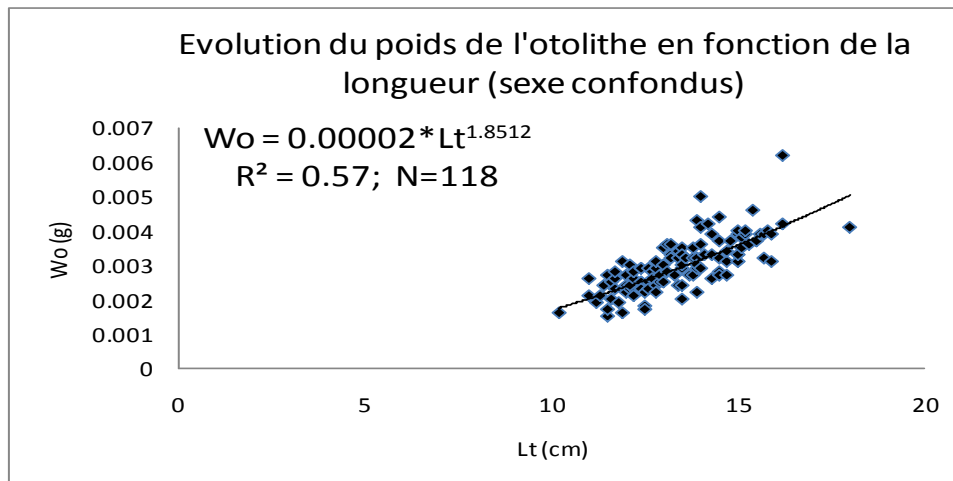
Pour la comparaison des poids des otolithes entre les sexes, les intervalles de longueurs brutes ont été choisis de telle sorte à ce qu'ils soient identiques. Les valeurs retenues ainsi que les paramètres statistiques estimés sont résumés ci dessous (tableau 6). Cette comparaison montre que le poids de l'otolithe évolue avec la longueur de la même manière ( $p=0.467>0.0005$ ) que ce soit chez le mâle ou bien la femelle.

**Tableau 6.** Récapitulatif des paramètres statistiques estimés pour la comparaison des poids des otolithes entre les deux sexes de *B. podas*.

Paramètres	Lt (cm)	Wo (g) F	Wo (g) M
N	18	18	18
Minimum	11.5	0.002	0.002
Maximum	15	0.015	0.017
Moyenne arithmétique	13.117	0.005	0.005
Ecart-type	1.015	0.003	0.005
Variance	1.031	0	0

L'illustration (Figure18) de l'évolution du poids de l'otolithe ( $W_o$ ) en fonction de la longueur totale ( $L_t$ ) chez l'ensemble (mâles et femelles) de *B. podas*. La relation d'allométrie ainsi obtenue s'écrit de la manière suivante :

$$W_o \text{ (g)} = 0.00002 * L_t^{1.8512}$$



**Figure18.** Evolution du poids de l'otolithe ( $W_o$ ) en fonction de la longueur totale ( $L_t$ ) chez l'ensemble (mâles et femelles) de *B. podas* de la région centre de l'Algérie.

## 1.2. Etude de la croissance en longueur

Du fait des difficultés rencontrées dans l'interprétation des marques de ralentissement de la croissance, nous avons préféré étudier la croissance de *B. p* sans distinction des sexes.

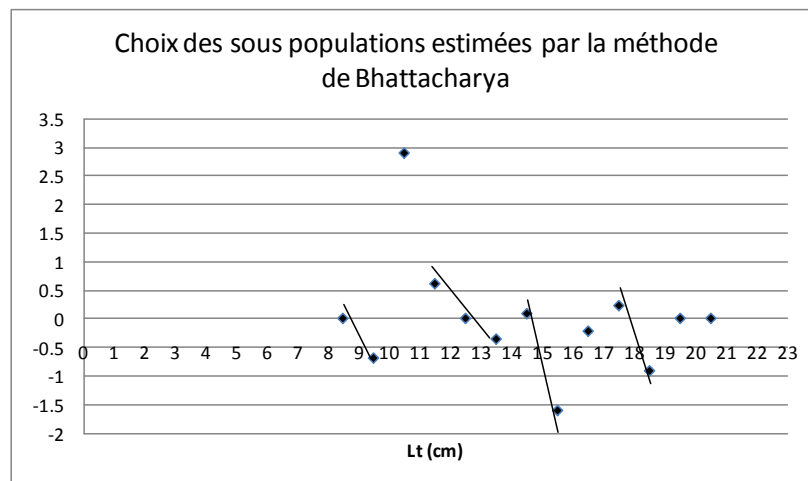
## 1.2.1.Méthodes indirectes

### 1.2.1.1. La méthode de Bhattacharya (1967)

La répartition en sous population réalisée par la méthode de Bhattacharya (Figure 19) nous amène à définir 4 sous populations distinctes. Toutefois, les taux de croissance en longueur estimés entre les sous populations successives nous semblent incohérents (Tableau 7) car augmentant entre les deux dernières.

**Tableau 7.** Effectifs et longueurs moyennes des sous populations de *B. podas* déterminées par la méthode de Bhattacharya (1967)

sous population	Effectifs N	taille moyenne (cm)	taux de croissance
I	4	8,5 ± 0,40	
II	84	12,76 ± 0,82	4.26
III	48	14,55 ± 0,51	1.79
IV	9	17,70 ± 0,51	3.15



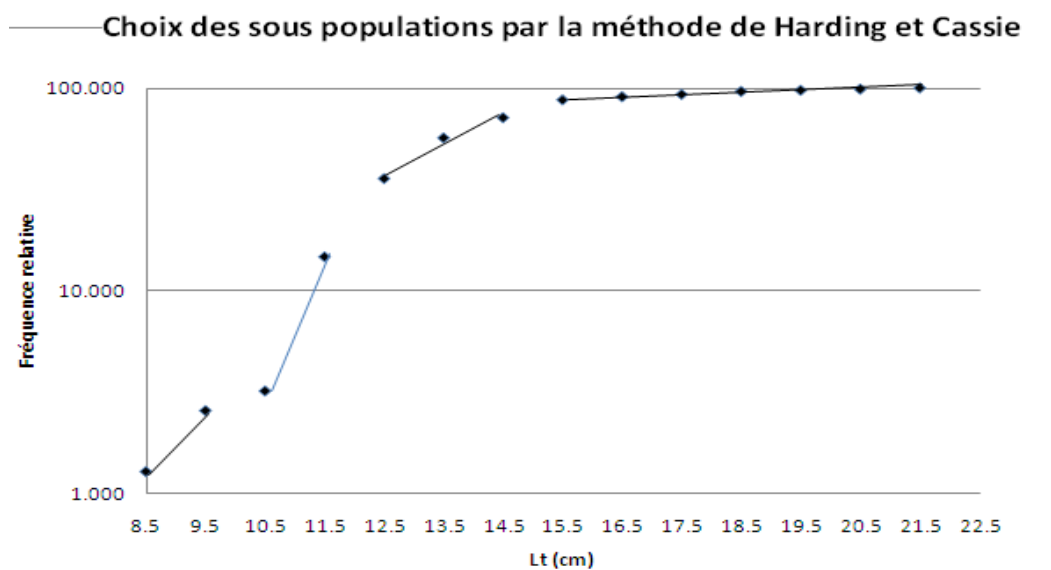
**Figure 19.** Choix des sous populations estimées par la méthode de Bhattacharya (1967) sur *B. podas* du centre de l'Algérie.

### 1.2.1.2. La méthode de Harding (1949) et Cassie (1950 et 1954)

La répartition en sous population réalisée par la méthode de Harding et Cassie (Figure 20) nous amène à définir 4 sous populations distinctes. Toutefois, les taux de croissance en longueur estimés entre les sous populations successives nous semblent aussi incohérents (Tableau 8) car augmentant entre les deux dernières.

**Tableau 8.** Effectifs et longueurs moyennes des sous populations de *B. podas* déterminées par la méthode de Harding (1949) et Cassie (1950 et 1954)

sous.pop	N	taille moy	taux de croissance
I	4	9 ± 0,40	
II	19	11,45 ± 0,42	2.45
II	89	13,39 ± 0,82	1.94
IV	45	15,83 ± 1,91	2.44

**Figure 20.** Choix des sous populations estimées par la méthode de Harding (1949) et Cassie (1950 et 1954) sur *B. podas* du centre de l'Algérie.

## 1.2.2. Méthodes directes

### 1.2.2.1. Lecture des accroissements journaliers

Dans le but de déterminer l'âge de cette espèce au terme de sa première année de vie et d'en déduire la longueur du premier groupe d'âge (G0), nous avons essayé de lire les accroissements journaliers sur un certain nombre de sagittae et de lapillus de moins de 9cm (Figures 11 et 12). Cette tentative a été vaine car le nombre d'accroissements localisés dans le noyau et sur les nucléii accessoires dépassait largement les 300 –pour ceux que nous avons pu définir-. ***Nous avons préféré signaler ce fait et ne pas l'ignorer***

### 1.2.2.2. Lecture des accroissements annuels

Dans la partie otolithométrie, nous avons observé le nombre d'anneaux annuels apparents sur la structure des sagittae (Annexe4). Nous avons pu déterminer 4 groupes d'âge qui nous semblaient plus ou moins cohérents au regard des taux de croissance successifs estimés (tableau 9).

**Tableau 09.** Longueurs moyennes aux groupes d'âges obtenues par la lecture des anneaux hivernaux sur les sagittae de *B. podas* du centre de l'Algérie.

Groupe d'âge	I	II	III	IV
Longueur moyenne (cm)	11,73	13,85	15,71	17,22

Dans nos lectures des accroissements journaliers, il était évident que la longueur à l'âge 0 est bien inférieure à 9 cm. Pour poursuivre notre étude, nous avons considéré arbitrairement que les 4 groupes déterminés se suivent bien mais que le groupe d'âge 0 n'était pas le vrai. De fait, ces 4 groupes avaient, en ce qui nous concerne, des âges inconnus mais qui étaient successifs.

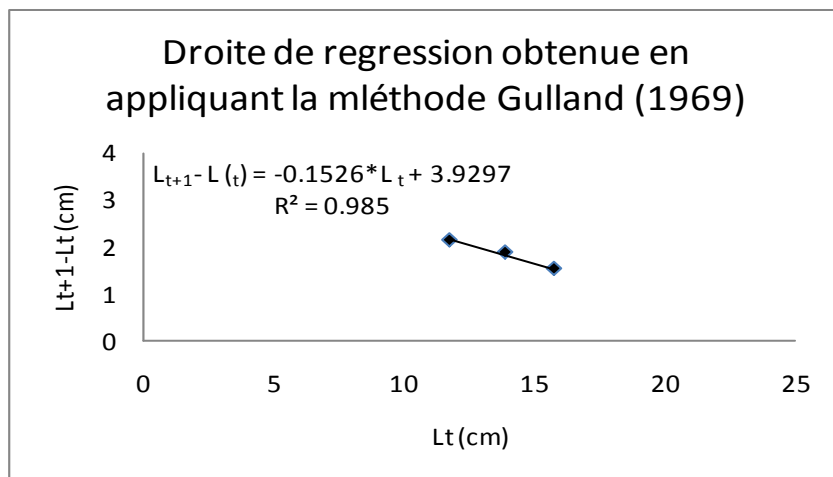
### 1.2.3. Détermination des paramètres de croissance par la méthode de Gulland (1969)

En réalité nous avons procédé à un forçage (Figure 21) dans l'application de la méthode de Gulland (1969). En effet, nous avons sciemment ignoré la condition d'application qui impose la présence de la longueur à l'âge 0. La droite de régression obtenue a une équation de la forme

$$L_{t+1} - L_t = -0.1526L_t + 3.9297$$

Les paramètres de croissance  $k$ ,  $L^\infty$  et  $t_0$  ainsi estimés sont :

$L^\infty$ (cm) = 25,75	$K$ (an <sup>-1</sup> ) = 0.166	$t_0$ (an) = -1
-------------------------	---------------------------------	-----------------



**Figure 21.** Représentation de la régression linéaire de la méthode de Gulland (1969) réalisée sur les 4 groupes d'âge de *B. podas* du centre de l'Algérie.

### 1.2.4. Le modèle théorique de croissance de Von Bertalanffy (1938) de *B. podas* du centre de l'Algérie

L'incrémentation du modèle de Von Bertalanffy avec des valeurs successives de  $t$  (âge) nous a permis d'obtenir la clé âge-longueur théorique de *B. podas* (tableau 10). Le modèle de croissance (figure 22) ainsi obtenu est le suivant :

$$L_t = 25,75 (1 - e^{-0,166 (t - t_0)})$$

#### -L'âge maximum ( $t_{max}$ ) de *B. podas*

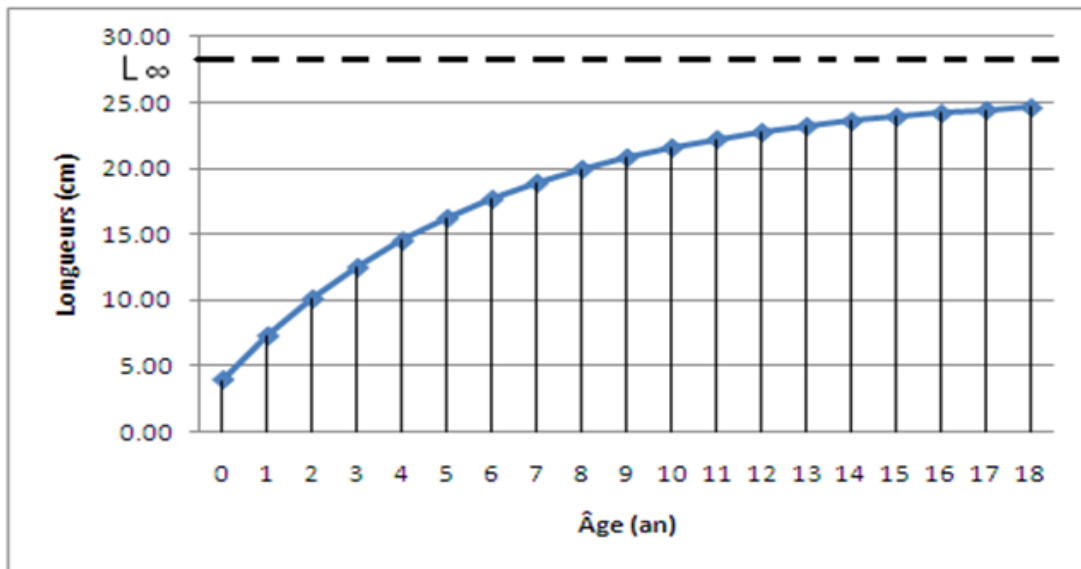
Kacher (2004) rapporte ce qui suit : « De nombreux auteurs ont montré que la valeur du paramètre  $K$  de la courbe de croissance de Von Bertalanffy (1938) est, chez les poissons, étroitement liée à leur longévité et que dans la nature, les plus vieux poissons d'un stock grandissent jusqu'à atteindre 95% de leur longueur asymptotique (Taylor, 1962 et Beverton, 1963). Pauly (1985) procède aux transformations suivantes du modèle de Von Bertalanffy (1938).

Ainsi avec:  $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t - t_0)})$ , on arrive à :  $t - t_0 = (\log L_\infty - \log (L_\infty - L_t)) / K \text{ Log } e$ , ce qui donnerait si on tient compte des 95% de  $L_\infty$  :  $t - t_0 = t_{max} = 2,9957 / K$ . »

L'âge maximum de *B. podas* serait de :  $t_{max} = 2,9957/0,166 = 18,05$  ans

**Tableau 10.** Clé âge-longueur de *B. podas* dans le centre de l'Algérie. Les âges sont arrêtés à 18 âges au regard de  $t_{max}$

âge (ans)	$L_t$ (cm)
0	3.93
1	7.26
2	10.08
3	12.47
4	14.50
5	16.22
6	17.67
7	18.90
8	19.95
9	20.83
10	21.59
11	22.22
12	22.76
13	23.22
14	23.60
15	23.93
16	24.21
17	24.44
18	24.64

Courbe de croissance théorique de Von Bertalanffy pour *B.podas*

**Figure 22.** Modèle ou Courbe de croissance théorique de Von Bertalanffy pour *B. podas* du centre de l'Algérie

### 1.3. Le Modèle de croissance relative ou pondérale

Pour cette partie nous avons considéré de manière arbitraire qu'il n'y a pas de croissance différentielle des longueurs entre les mâles et les femelles.

-Le poids infini obtenu  $W_{\infty}$

Il est obtenu par la relation  $W_{\infty} = a * L_{\infty}^b$  de fait :

$$W_{\infty \text{ Mâles}} = 0.0141 * 25,75^{2.935} = 194,92 \text{ g}$$

$$W_{\infty \text{ Femelles}} = 0.0054 * 25,75^{3.308} = 250,75 \text{ g}$$

$$W_{\infty \text{ Ensemble}} = 0.0109 * 25,75^{3.033} = 207,16 \text{ g}$$

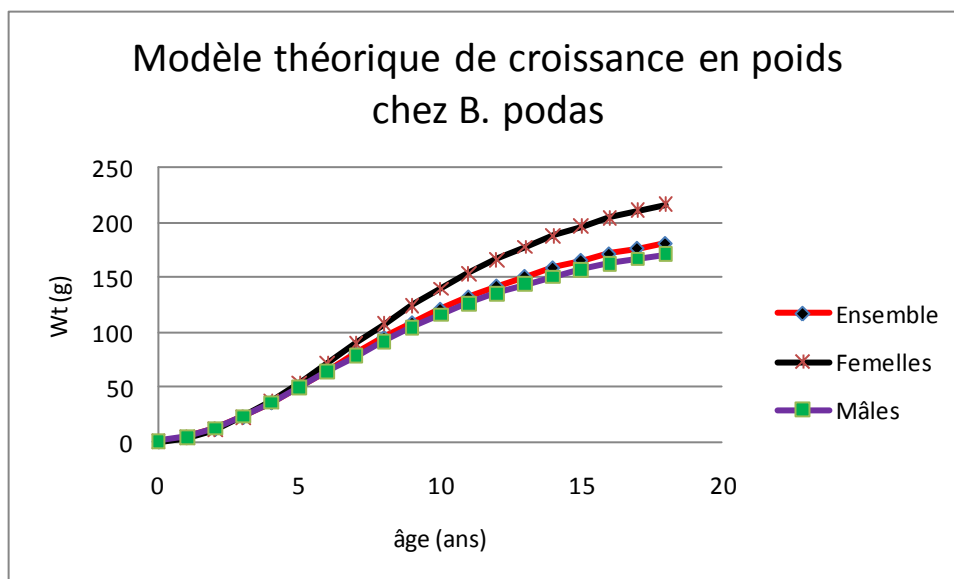
En effet, à longueurs égales, les femelles ont un poids plus élevé que les mâles. Une croissance relative (pondérale) différentielle existe réellement entre les mâles et les femelles de *B. podas*.

La clé âge-poids (tableau 11) est obtenue en utilisant la relation  $W_t = a L_t^b$  appliquée à la clé âge-longueur obtenue (tableau 10), en différenciant mâles et femelle et pour l'ensemble.

Le Modèle ou Courbe de croissance relative théorique de Von Bertalanffy pour *B. podas* par sexe et pour l'ensemble est illustré ci-dessous (figure 23).

**Tableau 11.** Clé âge-poids de *B. podas* (par sexe et pour l'ensemble) dans le centre de l'Algérie. Les âges sont arrêtés à 18 âges au regard de  $t_{max}$

t : âge (ans)	Lt (cm)	Wt (g) Femelles	Wt (g) Mâles	Wt (g) Ensemble
0	3.93	0.50	0.78	0.69
1	7.26	3.80	4.74	4.45
2	10.08	11.27	12.43	12.05
3	12.47	22.80	23.22	22.99
4	14.50	37.51	36.12	36.29
5	16.22	54.31	50.17	50.96
6	17.67	72.17	64.56	66.13
7	18.90	90.21	78.69	81.14
8	19.95	107.78	92.15	95.52
9	20.83	124.44	104.68	108.97
10	21.59	139.89	116.13	121.31
11	22.22	153.99	126.46	132.48
12	22.76	166.69	135.68	142.47
13	23.22	178.01	143.82	151.31
14	23.60	188.01	150.97	159.09
15	23.93	196.79	157.21	165.89
16	24.21	204.45	162.62	171.80
17	24.44	211.10	167.31	176.92
18	24.64	216.85	171.35	181.33



**Figure 23.** Modèle ou Courbe de croissance relative théorique de Von Bertalanffy (par sexe et pour l'ensemble) pour *B. podas* du centre de l'Algérie

#### 1.4. Le Modèle de croissance théorique en poids des otolithes

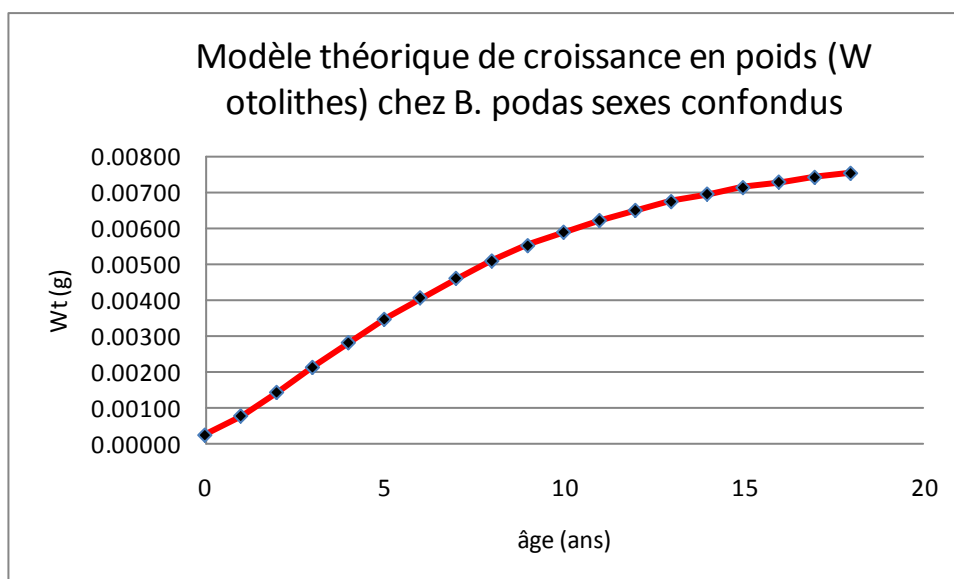
Comme précisé auparavant, nous avons estimé que le poids des otolithes évoluait de la même manière que ce soit chez les mâles ou bien les femelles. L'estimation des poids des otolithes aux différents âges (tableau 12) a été réalisée en utilisant la relation d'allométrie établie précédemment, soit :  $W_o (g) = 0.00002 * L_t^{1.8512}$

La courbe de croissance théorique de l'évolution du poids des otolithes ( $W_o$ ) en fonction de l'âge ( $t$ ) est illustrée (Figure 24) ci-dessous :

**Tableau 12.** Clé âge-poids des otolithes ( $W_o$ ) de *B. podas* du centre de l'Algérie. Les âges sont arrêtés à 18 âges au regard de  $t_{max}$

t : âge (ans)	Lt (cm)	Wo (g)
0	3.93	0.00025
1	7.26	0.00078
2	10.08	0.00144
3	12.47	0.00214
4	14.50	0.00282
5	16.22	0.00347
6	17.67	0.00407
7	18.90	0.00462
8	19.95	0.00510
9	20.83	0.00553
10	21.59	0.00590
11	22.22	0.00623
12	22.76	0.00651
13	23.22	0.00675
14	23.60	0.00696
15	23.93	0.00714
16	24.21	0.00730
17	24.44	0.00743
18	24.64	0.00754

**Intérêt du poids de l'otolithe :** L'évolution du poids des otolithes a été abordée pour permettre d'identifier la présence de *B. podas* dans les estomacs de ses prédateurs. A travers le modèle que nous avons défini, il serait aisé de déterminer à travers le poids des otolithes retrouvés, la longueur de l'individu (*B. podas*) ingéré.



**Figure 24.** Modèle ou Courbe de croissance théorique en poids des otolithes ( $W_o$ ) pour l'ensemble) pour *B. podas* du centre de l'Algérie.

## 2. Discussions

La croissance :

L'étude de la croissance de *B. podas* n'a pas été aisée. La difficulté rencontrée dans l'interprétation des zones de ralentissement de croissance hivernale ont de tout temps été relatées par différents auteurs (Nash et al, 1991 et 1993 ; Schintu et al, 1994 et Morato et al, 2007). Le comptage des accroissements journaliers sur les otolithes de *B. podas* n'a jamais été réalisé auparavant. En l'abordant sur des individus de **moins de 9 cm**, nous avons mis en évidence le fait que la durée de la phase embryonnaire-larvaire dépassait les 300 jours.

Ces deux constats nous ont amené à plus fouiller dans la littérature. En effet, Nash et al (1991) indiquent que **la phase embryonnaire et larvaire durait plus de 7 mois** et que souvent, la pigmentation (**fin de la métamorphose**) des individus s'accomplissait **aux alentours de 4 cm de longueur**.

La lecture des zones de ralentissement de la croissance nous a permis de déterminer 4 sous populations avec leurs longueurs respectives. Une comparaison (tableau 13) des données les plus récentes obtenues par Morato et al (2007) dans les Açores montre les approximations (<9 cm) prises en compte mais aussi les décalages des longueurs aux groupes d'âge que nous avons rencontrés.

**Tableau 13.** Récapitulatif des longueurs aux groupes d'âges, estimées par l'observation directe du nombre de zones de ralentissement de la croissance sur les structures des otolithes, selon Morato et al (2007) et « présent travail (2011) ».

auteurs	Long. Moy. âge 0 (cm)	Long. Moy.âge I (cm)	Long. Moy.âge II (cm)	Long. Moy.âge III (cm)	Long. Moy.âge IV (cm)	Long. Moy.âge V (cm)
Morato et al, 2007	< 9	11,13	14,8	17,9	19,6	20,6
Présent travail (2011)	11,73	13,85	15,92	17,5	*	*

**Le forçage volontaire de la méthode de Gulland (1969)** est dû au fait que nous avons la certitude que notre longueur à l'âge0 (tableau 09) ne pouvait être vraie puisque la phase embryonnaire-larvaire avait une durée proche d'un an. Cela nous a amené à penser que le premier hiver ne pouvait être marqué sur les otolithes de *B. podas* et donc que nos longueurs estimées étaient certes successives mais d'âges supérieurs à ceux attribués.

Les paramètres de croissance estimés ( $L_{\infty}$  (cm) = 25,75;  $K$  (an<sup>-1</sup>)= 0.166 et  $t_0$  (an)= -1) ne pouvaient qu'être différents en comparaison à ceux publiés par d'autres auteurs dans d'autres zones géographiques (tableau 14).

**Tableau 14.** Récapitulatif des paramètres de croissance ( $L_{\infty}$  ;  $K$  et  $t_0$ ) estimés par divers auteurs, dont le présent travail, et dans diverses zones géographiques.

Paramètres de croissance	Région	Sexes	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
<b>Nash et al (1992)</b>	Açores	Confondus	19.5	0.74	-0.24
<b>Schintu et al (1994)</b>	Italie	Mâles	16.5	0.732	-0.34
		Femelles	17.40	0.433	-0.95
		Confondus	17.5	0.498	-0.71
<b>Morato et al (2007)</b>	Açores	Confondus	21.77	0.58	0.041
<b>Présent travail</b>	<b>Centre de l'Algérie</b>	<b>Confondus</b>	<b>25,75</b>	<b>0.166</b>	<b>-1</b>

L'estimation de l'âge maximum ( $t_{max} = 18,05$  ans) nous indique que *B. podas* du centre de l'Algérie est une espèce à cycle de vie long.

L'estimation des paramètres (a et b) des relations poids-longueurs chez les mâles (a = 0,0141 ; b= 2,935) et chez les femelles (a= 0,0054 ; b= 3,308) a montré un état d'isométrie entre les deux paramètres (poids et longueur). Néanmoins, la croissance en poids est différentielle en faveur des mâles jusqu'à l'âge 3, âge au-delà duquel elle s'inverse en faveur des femelles (figure 23 ; tableau 11). La littérature nous rapporte des données concernant ces deux paramètres (tableau 15).

**Tableau 15.** Récapitulatif des paramètres de la relation poids-longueur (a et b) estimés par divers auteurs, dans le présent travail, et dans diverses zones géographiques.

Auteurs	Sexe	a	b	zone géographique
Moutopoulos & Stergiou (2000)	Ensemble	0.0169	2.801	Grece
Sangun et al (2007)	Ensemble	0,009	3, 002	Turquie
Morato et al(2001)	Ensemble	0,0082	3,124	Açores
	Mâles	0,0104	3,035	Açores
	Femelles	0,0141	2,919	Açores
Présent travail	Ensemble	0.0109	3.033	centre de l'Algérie
	Femelles	0.0054	3.308	centre de l'Algérie
	Mâles	0.0141	2.935	centre de l'Algérie

Si selon Morato (2007) la croissance en poids est différentielle en faveur des mâles, dans notre présente étude cela n'est pas le cas. Cette différence peut être due à l'intervalle des longueurs et poids échantillonnés.

**L'espace interorbitaire :** La relation d'allométrie entre la longueur totale et l'espace interorbitaire est bien différentielle en faveur des mâles comme décrite par Fisher *et al* (1987). Ce paramètre explique donc bien un dimorphisme sexuel.

Le présent travail se veut comme une contribution modeste à la connaissance de quelques aspects de la biologie de *B. podas* du centre de l'Algérie. Les résultats que nous présentons sont intimement liés à notre échantillonnage et à la période de sa réalisation. Les comparaisons sont peu nombreuses car peu de travaux ont été réalisés sur cette espèce.

Les allométries montrent que la distance interorbitaire est plus importante chez les mâles comparativement aux femelles, le poids de l'otolithe évolue avec la longueur de la même manière chez les deux sexes et la relation entre la longueur et le poids des individus de *B. podas* est isométrique.

Les paramètres de croissance obtenus dans cette étude correspondent à une longueur asymptotique ( $L_{\infty}$ ) de 25.75cm, un coefficient de courbure (K) de 0.16/an et  $t_0=-1$ .

La longueur à l'âge 0 est de 3.93cm, ce qui correspond au résultat de Nash et al (1991) lors de son étude sur les larves de *B. podas* qui a confirmé que la fin de la métamorphose est à environ 4 cm.

Nous précisons que dans l'écosystème marin, le niveau trophique de cette espèce (*B. podas*) est central dans la chaîne alimentaire. Selon Stergiou et Karpouzi (2002), il est de 3,4 ce qui positionne *B. podas* : « **comme la limite inférieure des niveaux trophiques des prédateurs supérieurs de l'écosystème** ».

Une telle importance dans l'écosystème marin devrait nous inciter -et ce en urgence- à plus nous intéresser à l'étude de cette espèce sur tous ses aspects de biologie, de dynamique alimentaire, de dynamique de croissance, de dynamique de reproduction et enfin de l'exploitation de son stock.

## **BIBLIOGRAPHIE**

**ABDALLAH.M.**, 2002, Length–weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. *Naga, ICLARM Quarterly* 25 :19–20pp.

**ABID.S ,OUANNES-GHORBEL.A, JARBAOUI.O,BOUAIN.A.**, 2010, Contribution to the study of the reproductive cycle of the wide-eyed flounder *Bothus podas podas* in the Gulf of Gabès (Tunisia). Faculté des Sciences de Sfax, Département des Sciences de la Vie, BP 802, 3018 Sfax, Tunisia, Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), Centre de Sfax, BP 1035, Sfax, Tunisia :519-520pp.

**AHLSTROM.E.H,AMAOKA.K,HENSLEY, MOSER.H.G, SUMIDA.B.Y.**, 1984, Pleuronectiformes : Development: 640–670pp *In: MOSER.H.G, RICHARDS.W.J, COHEN.D.M, FAHAY.M.P, KENDALL.A.W, RICHARDSON.S.L. (ed.)Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyology, Herpetol. Spec. Publ., vol. 1.*

**BAUCHOT.M.L,SCHNEIDER.M.,FISHER.W.**, 1987 , Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Rome, FAO, Vol1.2 : 991pp.

**BERTALANFFY.L. V.**, 1938 , A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol.* 10 : 181-213pp.

**BHATTACHARYA.G.G.**, 1967, A simple method of resolution of a distribution into gaussian components *Biometrics*, 23(1): 115 – 135pp.

**BRUSLE.J et QUIGNARD.J.P.**, 2004, Les poissons et leur environnement : écophysiologie et comportements adaptatifs.*Ed TEC&DOC, Lavoisier* : 1522pp.

**CARVALHO.N, AFONSO.P , SERRAOSANTOS .R.**, 2003,The harem mating system and mate choice in the wide-eyed flounder,*Bothus podas* ; Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, *PT-9901-862 Horta, Azores, Portugal* :\_249-252pp.

**COLLIGNON.J.**, 1991, Ecologie et biologie marines : introduction à l'halieutique. *Masson .Ed.* : 288p.

**DARNAUDE.A.M,HARME LIN-VIVIEN.M.L,SALEN-PICARD.C.**,2001,Food partitioning among flatfish (Pisces: Pleuronectiforms) juveniles in a Mediterranean coastal shallow sandy area. *Journal of the Marine Biological Association, UK* 81:119-127pp.

**DELAROCHE.F.E.**, 1809, Suite d'un mémoire sur les espèces de poissons observées à Ivija. Observations sur quelques-uns des poissons indiqués dans le précédent tableau et descriptions des espèces nouvelles ou peu connues .*Annales du Musée d'Histoire Naturelle deParis* :313-361pp.

**DIEUZEIDE.R, NOVELLA.M, ROLAND.J.**, 1955, Catalogue des poissons des côtes Algériennes. *Bulletin. Station d'Aquiculture et de Pêche de Castiglione, New Series no. 6* : 384 pp.

**DJABALI.F, BRAHMI.B , MAMMASSE.M.**, 1993, PELAGOS Bulletin de l'Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, numéro spécial , poisson des côtes Algérienne : 215pp.

**DORIS, 2/8/2009** : *Bothus podas* (Delaroche.,1809), [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=726](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=726).

**EVSEENKO.S. A.**, 2008, Distribution and Routes of Drift Migrations in Larvae of Three Species of Flatfish *Bothus* (Bothidae) in Open Waters of the Northern Atlantic. *Journal of Ichthyology Vol. 48, No. 9* : 792–809pp.

**FISHER.W, BAUCHOT. M.L, SCHNEIDER .M.**, 1987, Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Rome, FAO, Vol1.2 : 991pp.

**GUELLILI.R et MOKRANI.A.**, 2007, contribution à l'étude de la dynamique de la population de *Bothus podas podas* (Delaroche, 1809) de la baie de Bou-Ismaïl. *Mem, Ing ,ISMAL,Alger* : 36pp.

**GULLAND .J.A.**, 1969, Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie. Analyse des populations. *FAO Man. Sci. Halieut.*, (4): 160 p.

**KACHER. M.**, 1989, Contribution à l'étude de quelques paramètres de la croissance et de la dynamique de la population du rouget de vase *Mullus barbatus*, (linée, 1758) dans le golfe de Béjaïa : 143p.

**KACHER. M.**, 2004, le merlu du golfe de gascogne et de la mer celtique: Croissance, Répartition spatiale et bathymétrique, Ecologie alimentaire et Assemblages. Thèse de Doctorat, Université du Littoral - Côte d'Opale :192pp.

**LOUISY.P.**, 2002, guide d'identification des poissons marins, Europe et Méditerranée. *ed. Ulmer* : 337pp.

**MORATO.T, AFONSO.P, LOURINHO.P, BARREIROS.J.P, SANTOS.R.S, NASH.R.D.M.**, 2001 Length–weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *FisheriesResearch50* :297–302pp

- MORATO.T,AFONSO.P,CARVALHO.N,LOURINHO.P,SANTOS.R.S,KRUG.H.M,NASH.R.D.M.,** 2007, Growth, reproduction and recruitment patterns of the wide-eyed flounder, *Bothus podas* Delaroché (Pisces: Bothidae), from the Azores. *Marine Biology Research* 3 : 403–411pp.
- NASH.R.D.M, GEFFEN. A, SANTOS.R.S.,** 1991, The wide-eyed flounder, *Bothus podas podas* Delaroché, a singular flatfish in varied shallow-water habitats of the Azores. *Netherlands Journal of Sea Research*, 27 (3/4) : 367-373pp.
- PANNELLA.G .,** 1971, Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science* 173. 1124-1127pp.
- SADOUDI.N.,** 1991, Contribution à la connaissance de trois familles de poissons plats (Bothidae, Citharidae et Scophthalmidae) d'Algérie : systématique et écologie. *Thèse.Doc.USTHB.Alger* : 22-119pp.
- SANGUN.L, AKAMCA.E, AKAR.M.,** 2007 , Weight-Length Relationships for 39 Fish Species from the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 7: 37-40pp.
- SCHINTU.P, PASSARIELLO.M, BELLUSCIO.A, ARDIZZONE.G.D.,** 1994, Growth and diet of *Bothus podas* (Pisces: Bothidae) in the Central Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 58 : 359–361pp.
- SCHWARTZ.D.,** 1991 - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion, Paris.
- SEIKAI.K.,** 1992, Process of pigment cell differentiation in skin on the left and right sides of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*, during metamorphosis. *Japan. J. Ichthyol.* 39 : 85–92pp.
- STAUCH.A.,** 1966, Quelques données sur les *Bothus* de l'Atlantique et description d'une espèce nouvelle *Bothus guibei* N. SP. (pisces Teleostei, Hétérosomata), *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 2<sup>ème</sup> série- tome 38-N° 2 : 120pp.
- STERGIOU .K.I et KARPOUZI.V.S.,** 2002, Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, vol. 11: 217-254pp.
- STERGIOU.K.I et MOUTOPOULOS.D.K.,** 2000, Weight-length and length-length relationships for 40 fish species of the Aegean Sea (Hellas). *Journal of Applied Ichthyology*.
- VIBERT.R et LAGIER.K.F.,** 1961, Pêches continentales. Biologie et aménagement. Paris, France: Dunod.





**Annexe 1.** Distribution des fréquences tailles de *Bothus podas podas* du centre de l'Algérie (sexes confondus)

classe	C,C (cm)	fréquence
[8-9[	8,5	2
[9-10[	9,5	2
[10-11[	10,5	1
[11-12[	11,5	18
[12-13[	12,5	33
[13-14[	13,5	33
[14-15[	14,5	23
[15-16[	15,5	25
[16-17[	16,5	5
[17-18[	17,5	4
[18-19[	18,5	5
[19-20[	19,5	2
[20-21[	20,5	2
[21-22[	21,5	2

**Annexe 2 .** Résultats des paramètres de l'équation de Bhattacharya (1969)

C.C (cm)	Z	lnZ	$\Delta \ln Z$
8,5	2	0,69314718	0
9,5	2	0,69314718	-0,69314718
10,5	1	0	2,89037176
11,5	18	2,89037176	0,6061358
12,5	33	3,49650756	0
13,5	33	3,49650756	-0,36101335
14,5	23	3,13549422	0,08338161
15,5	25	3,21887582	-1,60943791
16,5	5	1,60943791	-0,22314355
17,5	4	1,38629436	0,22314355
18,5	5	1,60943791	-0,91629073
19,5	2	0,69314718	0
20,5	2	0,69314718	0
21,5	2	0,69314718	

**Annexe 3 .Résultats de l'analyse de la méthode de Harding (1949) et Cassie (1950, 1954):**

C.C (cm)	N	N cum	Fréquence relative(%)
8,5	2	2	1,274
9,5	2	4	2,548
10,5	1	5	3,185
11,5	18	23	14,650
12,5	33	56	35,669
13,5	33	89	56,688
14,5	23	112	71,338
15,5	25	137	87,261
16,5	5	142	90,446
17,5	4	146	92,994
18,5	5	151	96,178
19,5	2	153	97,452
20,5	2	155	98,726
21,5	2	157	100,000

**Annexe 4 .Tableau âge-longueur de *B. podas*.**

C,C (cm)	0	I	II	III
[8-9[	2			
[9-10[	2			
[10-11[	1			
[11-12[	13	5		
[12-13[	13	19	1	
[13-14[	3	24	6	
[14-15[		18	5	
[15-16[		9	14	2
[16-17[		1	1	3
[17-18[		1	1	2
[18-19[			1	4
[19-20[		1	1	
[20-21[			1	
[21-22[		1	2	
$\sum Ni$	34	79	33	11
$\sum Ni \cdot Xi$	399	1094,5	518,5	189,5
$L^-$ (cm)	11,73	13,85	15,71	17,22
Taux de croissance		2,12	1,86	1,51