

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en sciences de la mer

Option : Halieutique

Thème :

Contribution à l'étude de la croissance chez le Chinchard
Trachurus trachurus (Linne, 1758) du golfe de Béjaia

Présenté par :

- BELKADI Yakoub
- HORRI Khaled

Soutenu le 25 juillet 2011 à 10 h devant le jury suivant :

M ^r	LOURGUIOUL.H.	Président
M ^{me}	KORICHL.H.S.	Examinatrice
M ^r	REFES. W.	Examineur
M ^r	KACHER.M.	Promoteur

Promotion (2010 -2011)



Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Dieu le Tout-Puissant pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

A cet effet, nous tenons à remercier Monsieur LOURGUIOUI.H, d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Nous remercions Madame KORICHI H. S, d'avoir aimablement accepté d'évaluer ce modeste travail.

C'est avec un grand plaisir que nous remercions Monsieur REFES.W, pour avoir pris le temps d'examiner ce travail, pour ses critiques constructives.

Nous remercions Monsieur KACHER.M, d'avoir accepté de diriger et de suivre constamment la progression de ce travail par ses suggestions et ses critiques constructives malgré ses nombreuses tâches.

Nous tenons à remercier nos chers parents et famille qui nous ont constamment aidés de leurs conseils, encouragements, et de leur soutien moral tout le long de nos études.

Nos remerciements, s'adressent aussi à l'ensemble des personnes de l'E.N.S.S.M.A.L. et de l'I.N.S.T.P. A., qui nous ont permis de réaliser cette étude dans les meilleures conditions de travail et dans une bonne ambiance.

Enfin, nous tenons vivement à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent mémoire.

Liste des figures

Figure 1. Morphologie et détails distinctifs chez <i>Trachurus trachurus</i> d'après les fiches FAO (1987)	4
Figure 2. Répartition géographique du chinchard commun (L'échelle des couleurs illustre le pourcentage de chinchard commun par rapport au total mondial).	5
Figure 3. Situation du golfe de Bejaia sur le littoral algérien, le rectangle correspond à la zone d'échantillonnage, source : Google Earth modifié par (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	6
Figure 4. Mensuration d'un Chinchard juvénile à l'aide d'un ichtyomètres (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	7
Figure 5. Prélèvement des sagittae d'un Chinchard à partir d'une coupe transversale	8
(Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	8
Figure 6. Récapitulatif des étapes de ponçage réalisées sur les otolithes des juvéniles de Chinchard (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	9
Figure 7. Centre du patron de croissance et les différents caractères d'interprétation des sagittae du juvénile de Chinchard (G x 10) (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).....	10
Figure 8. Récapitulatif des aspects observés sur les sagittae de Chinchard traités pour une lecture des accroissements journaliers (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	11
Figure 9. Récapitulatif du sens de lecture des accroissements journaliers sur les otolithes de juvéniles du Chinchard (G x 10) (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011).	12
Figure 10. Relation entre écart-type et âge et entre coefficient de variation (CV) et âge. L'écart-type et le coefficient de variation sont calculés à partir de 2 estimations d'âge sur le même otolithe (N = 68).	16
Figure 11. Estimation de la date de parution du premier anneau hyalin, en fonction de la longueur totale, sur les juvéniles de chinchard de Béjaia	17
Figure 12. Modèle de croissance linéaire (la période embryonnaire- larvaire comprise) des juvéniles de Chinchard de Bejaia 2011.....	18
Figure 13. Distribution des fréquences de dates de naissance de Chinchard (N=7328).....	19
Figure 14. Rétro-calcul des dates de naissance des Chinchards ((N=7328).....	19
Figure 15. Schéma représente les dénombrements des accroissements journaliers moyens effectués sur les otolithes des juvéniles de Chinchard (Belkadi <i>et</i> Horri, 2011)	22
Figure 16. Estimation des différentes sous populations de <i>Trachurus trachurus</i> (Linne, 1758) par la méthode de Bhattacharya (1967) ,(18 avril 2011) dans le golfe de Béjaia.....	24
Figure 17. La relation taille-poids chez <i>Trachurus trachurus</i> de Bejaia (sexes confondus), (N= 183).	25

Liste des tableaux

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres de la date de naissance des juvéniles de Chinchard de Bejaia.	19
Tableau 2. Récapitulatif des longueurs du Chinchard du groupe d'âge I obtenues par divers auteurs dans diverses zones	21
Tableau 3. Récapitulatif des longueurs moyennes obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967).	23
Tableau 4. Les paramètres de la relation taille-poids chez <i>Trachurus trachurus</i> (Linne, 1758).	24
Tableau 5. Récapitulatif des paramètres de la relation taille-poids Chez <i>Trachurus trachurus</i> (Linne, 1758) calculés par différents auteurs.	25

SOMMAIRE

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I - Généralités	
1. Présentation de l'espèce	3
1.1. Position systématique et taxonomique	3
1.2. Caractères de diagnose des Carangidés	3
1.3. Caractéristiques des chinchards.....	3
1.4. Espèces de chinchard.....	4
1.5. Distribution géographique	4
1.6. Habitat et biologie	5
1.7. Pêche et utilisation.....	5
2. Présentation de la zone d'étude	6
2.1. Situation géographique :.....	6
2.2. Bathymétrie	6
Chapitre II - Matériels et méthodes	
1. Échantillonnage et collecte des Chinchards	7
2. Traitement des échantillons	7
2.1. Mensuration.....	7
2.2. Prélèvement des otolithes	8
2.3. Préparation des otolithes (sagittae) à la lecture des accroissements journaliers.....	8
2.4. Lecture des otolithes.....	10
2.5. Détermination de la longueur du chinchard au terme de sa première année de vie	12
2.5.1. Précision des estimations d'âge.....	12
2.5.2. Taux de croissance journalier	13
2.5.3. Estimation de la période d'éclosion et de la taille atteinte par le juvénile au premier hiver suivant sa naissance.....	13
3. La méthode de décomposition des populations : Bhattacharya (1967)	13
4. La croissance relative	14
Chapitre III – Résultats et discussions	
1. Le modèle de la croissance journalier	16
1.1. Le dénombrement des accroissements journaliers depuis le nucleus jusqu'au bord du rostre.....	16
1.2. Précision des estimations d'âges	16

1.3. La zone correspondant à la phase embryonnaire-larvaire	16
1.4. Estimation de la position du premier anneau hyalin apparent chez les juvéniles de Chinchard	17
1.5. Évolution de la longueur totale à la première année de vie	17
1.5.1. Relation âge total et longueur totale	17
1.5.2. Le taux de croissance journalier	18
1.5.3. La taille du Chinchard au terme d'une année de vie	18
1.5.4. Estimation de la période d'éclosion.....	18
1.6. Estimation de la taille du Chinchard au premier janvier suivant sa naissance et à la formation du premier anneau hyalin.	20
2. La méthode de décomposition des populations : Bhattacharya (1967)	23
3. La croissance relative	24
4. Conclusion.....	26

INTRODUCTION

Introduction

Des anneaux de croissance observés sur les écailles, les otolithes, les os operculaires et des vertèbres ont été employés pour déterminer l'âge des poissons pendant longtemps. La conclusion de Pannella au début des années 70 montre que beaucoup de poissons téléostéens déposent sur l'otolithe des incréments de croissance avec une périodicité de 24h, était un pas important en évaluant l'âge et la croissance avec une plus grande exactitude et précision. Le dépôt des incréments de croissance quotidiens semble être un phénomène universel. L'étude de la microstructure d'otolithe est maintenant acceptée, et dans la plupart des cas, comme un outil complémentaire fréquent pour l'étude de l'âge des poissons (Panfili *et al*, 2002).

Les applications de la microstructure des otolithes sont nombreuses et incluent : la détermination d'âge, l'évaluation quotidienne de taux de croissance, la variabilité de recrutement (Stevenson et Campana, 1992). La période exacte de la formation du premier incrément quotidien de croissance varie d'une espèce à l'autre. La largeur des incréments quotidiens peut être influencée par un certain nombre de facteurs tels que la prise de nourriture, la température et d'autres conditions environnementales. La distance entre les incréments exprime la croissance quotidienne de l'individu, alors que le nombre des incréments indique son âge en jours (Secor *et al*, 1995, Fossum *et al*, 2000., Panfili *et al*, 2002).

Le saurel est une espèce de première importance du point de vue de débarquement en Algérie. Depuis quelques années, il est apparu nécessaire de disposer de connaissances actualisées et détaillées sur la croissance en particulier durant sa période juvénile. Les scientifiques s'accordent sur le fait que la gestion d'un stock de poisson passe par la connaissance des stades juvéniles, néanmoins les études sur les premiers stades de la vie des espèces, dans les eaux algériennes n'ont malheureusement bénéficié d'aucun intérêt de leur part.

Le présent travail est entrepris dans le but d'évaluer l'âge et la croissance du Chinchard avec une plus grande exactitude et précision durant sa période juvénile. Le premier chapitre traite brièvement la présentation générale du Chinchard ainsi sa répartition géographique. Le deuxième chapitre sera consacré à la méthodologie d'étude de l'évolution de la croissance des juvéniles.

- Dans un premier temps, nous avons estimé le taux de croissance et la taille du Chinchard au terme d'une année de vie.
- Dans un second lieu, nous avons rétro-calculé la période de ponte et nous avons estimé la longueur du Chinchard au premier janvier suivant sa naissance.
- Enfin, la relation taille - poids du Chinchard a été établie.

Le troisième chapitre portera sur les interprétations des résultats obtenus et la comparaison de ces résultats avec différents auteurs dans diverses zones géographiques.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1. Présentation de l'espèce

1.1. Position systématique et taxonomique

Letaconnoux (1951) définit les saurels ou chinchards comme des poissons téléostéens actinoptérygiens physoclistes scombriformes, de la famille des Carangidés qui comprend près de 175 espèces.

Cette famille est très ancienne puisqu'on retrouve certains de ces genres dans les formations éocènes (première période de l'ère tertiaire) d'Europe (Korichi, 1988).

Taxonomie :

Selon Fischer *et al* (1987) le chinchard commun est positionné comme suit :

Embranchement:	Vertébrés
Sous-embranchement :	Gnathostomes
Super classe :	Poissons
Sous-classe :	Actinoptérygiens
Super ordre :	Téléostéens
Ordre :	Perciformes
Famille :	Carangidés
Genre :	<i>Trachurus</i>
Espèce :	<i>trachurus</i> (Linne, 1758).

1.2. Caractères de diagnose des Carangidés

Selon Letaconnoux (1951), les Carangidés sont caractérisés par un corps plus ou moins comprimé, nu ou couvert de petites écailles cycloïdes. La tête est comprimée avec une crête occipitale généralement en forme de lame tranchante. Les dents sont absentes ou, quand elles existent, petites et coniques. Le prémaxillaire est généralement protractile. La ligne latérale est courbée antérieurement puis droite. Elle peut dans certains genres être garnie de larges lames (écussons ou boucliers) en forme de losange.

1.3. Caractéristiques des chinchards

Selon Korichi (1988), les chinchards se caractérisent des autres Carangidés par leur ligne latérale pourvue sur toute sa longueur de boucliers ou écussons ou scutelles. Ces boucliers en forme de losanges sont des écailles modifiées et possèdent une pointe au centre. De plus, l'existence d'une ligne latérale secondaire, bien visible, le long des nageoires dorsales est un critère de différenciation important des saurels (Figure.1).

1.4. Espèces de chinchard

Selon la plupart des auteurs, il existe trois espèces de saurels du genre *Trachurus* en Méditerranée (Korichi, 1988).

- *Trachurus trachurus* (Linne, 1758).
- *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825).
- *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868).

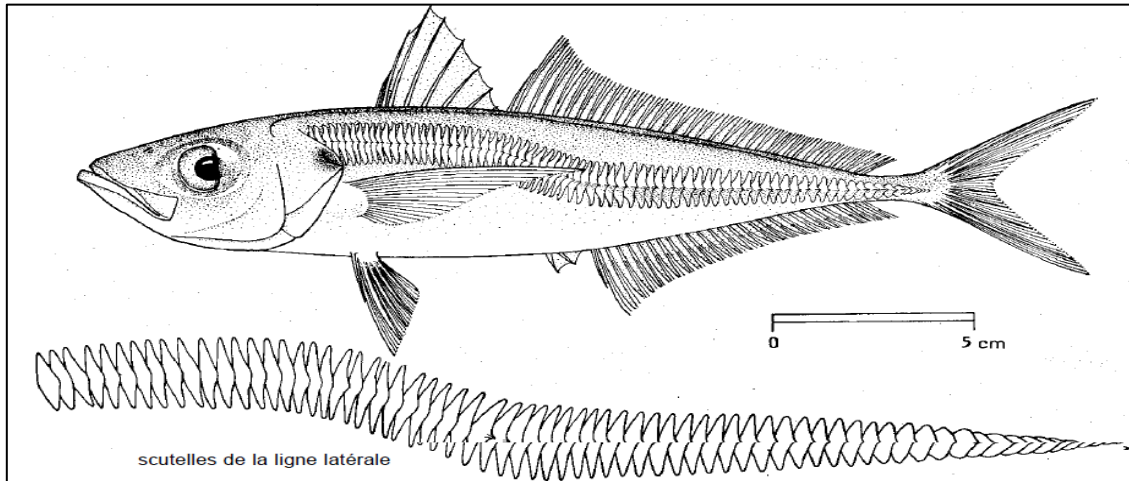


Figure 1. Morphologie et détails distinctifs chez *Trachurus trachurus* d'après les fiches FAO (1987).

Noms vernaculaires (FAO, 1987)

Nom F.A.O: Atlantic horse mackerel;

Noms internationaux : Jurel (Espagne); Chinchard d'Europe (France) ;

Nom local : saurel (Alger) ; Khurel (Oran).

1.5. Distribution géographique

Le chinchard commun (*Trachurus trachurus* (Linne, 1758)) est présent (Figure 2) dans toute la méditerranée, en Atlantique Nord- Est ainsi et en mer Noire. Mais aussi depuis la Norvège jusqu'à l'Afrique du Sud, autour de la côte vers Maputo (Source: www.fishbase.org , 2008).

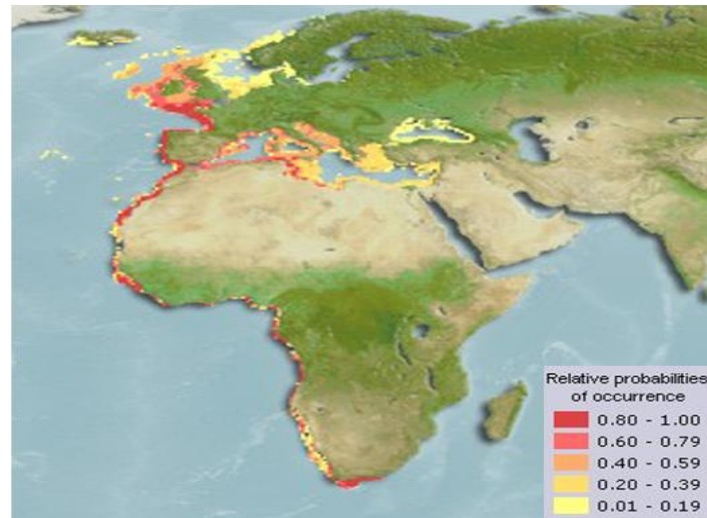


Figure 2. Répartition géographique du chinchard commun (L'échelle des couleurs illustre le pourcentage de chinchard commun par rapport au total mondial).

1.6. Habitat et biologie

En Méditerranée, cette espèce dont les adultes mesurent en général de 15 à 30 cm a des mœurs à la fois pélagiques, vivant dans la colonne d'eau, et démersales, vivant à proximité du fond (FAO, 1987). On l'y retrouve sur tout le plateau continental jusqu'au bord du talus (Djabali *et al.*, 1993). En Atlantique, Quéro *et al* (1989), l'ont localisée jusqu'à une profondeur de 500 m.

Le Chinchard se reproduit en Méditerranée de janvier à avril (FAO, 1987), plus précisément au printemps selon Letaconnoux (1951). Mais un peu plus tardivement dans les mers les plus au nord soit : de fin mai à juillet en Manche Est et dans le sud de la mer du Nord (Eaton, 1983 et 1989 ; Iversen *et al.*, 1989 ; Anonyme, 1990 et 1991) ; de mars à juillet dans le golfe de Gascogne (Anonyme, 1993).

L'éclosion n'a lieu, en Manche, que dans une eau dont la température varie entre 15 et 19°, et elle se fait en trois ou quatre jours et à 2,5 cm l'alevin n'a pas terminé sa pigmentation (Letaconnoux, 1951)

1.7. Pêche et utilisation.

Le Chinchard commun est régulièrement présent sur tous les marchés de Méditerranée, mais occasionnellement à rarement en Mer Noire. Ce poisson est commercialisé frais, réfrigéré, congelé et salé; est aussi utilisé comme appât (FAO, 1987).

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Situation géographique :

La région de Bejaia, se situe dans la partie Est du littoral algérien comprise entre les parallèles 36°43' de latitude Nord et les méridiens 4°55' de longitude Est, dans la rive Sud de la méditerranée, à environ 250 km de la capitale Alger, avec une superficie de 3261.26 km² et un linéaire côtier d'environ 100km longeant la mer ; donnant à cette wilaya une qualité et plusieurs atouts naturels (Hammoudi, 2009).

Le golfe de Bejaia, quant à lui, est délimité à l'ouest par le cap Carbon et à l'est par le Kef ziamma (Figure.3).

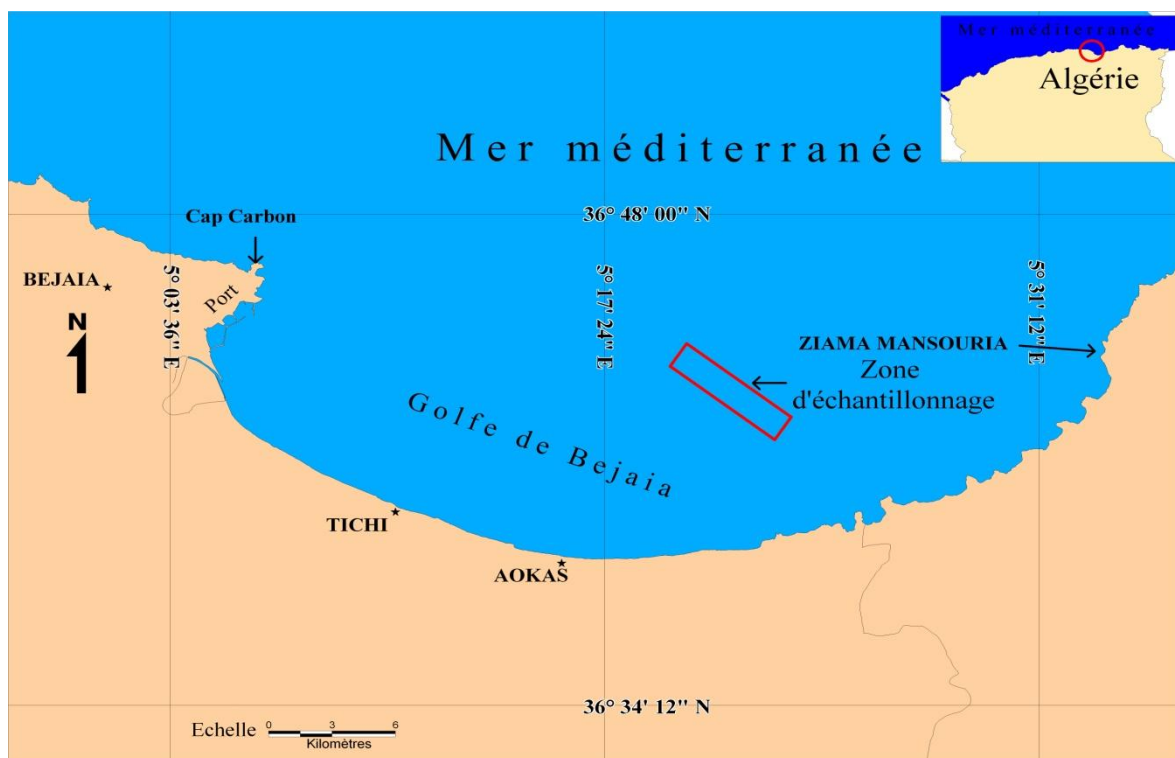


Figure 3. Situation du golfe de Bejaia sur le littoral algérien, le rectangle correspond à la zone d'échantillonnage, source : Google Earth modifié par (Belkadi *et* Horri, 2011).

2.2. Bathymétrie

Le golfe de Bejaia correspond à une importante ouverture du littoral sur le large, sous forme concave. Son plateau est raviné de 40 à 100 m par un petit canyon, unique en son genre par ses dimensions et sa localisation. Il entaille légèrement le rebord du plateau et disparaît au-delà des isobathes de 150 m (Leclaire, 1972).

CHAPITRE II :

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Échantillonnage et collecte des Chinchards

Durant notre séjour à Bejaia (avril 2011) et suite à de fortes contraintes administratives (PAF, SNGC, ...), nous avons pu réaliser une seule sortie en mer à bord du chalutier *Da Mouloud*, armé au chalut semi-pélagique quatre faces à mailles cordées et à quatre panneaux. Un chalutier d'une longueur de 19 mètres, d'une largeur de 5.9 mètres et d'une puissance motrice de 600 CV.

L'embarquement a eu lieu à 4h30 du matin. Après 2 heures de route vers le Sud-est (Figure.3), un premier chalutage a été effectué à 70 à 80 mètres de profondeur. Le trait a duré 2h30 heures, à une vitesse de 2.4 nœuds. Une deuxième cale a été effectuée à la même profondeur pendant la même durée et à la même vitesse.

Une fois le chalut remonté à bord, les marins commencent à vider la poche du chalut sur le pont arrière du navire. Les poissons sont triés et stockés par espèces dans des casiers (en plastique) de 10 à 12 kg. Au total nous avons mesuré (au centimètre inférieur) un échantillon de 539 individus de Chinchard dont la taille est comprise entre 5 et 23 cm (Annexe.1). Cet échantillon représentait 1/12,5 de la quantité de chinchard capturée. Enfin, nous avons récupéré un échantillon pour le traitement au laboratoire.

2. Traitement des échantillons

2.1. Mensuration

Les poissons ont été congelés et transportés au laboratoire. Après décongélation, leurs longueurs totales ont été mesurées en centimètres inférieur à l'aide d'un ichtyomètre (Lt : du bout du museau à l'extrémité de la nageoire caudale), et leurs poids relevés en gramme (Figure .4).



Figure 4. Mensuration d'un Chinchard juvénile à l'aide d'un ichtyomètres (Belkadi *et* Horri, 2011).

2.2. Prélèvement des otolithes

Les otolithes (sagittae) du poisson sont prélevés en pratiquant une coupe transversale de la tête (Figure. 5). Les otolithes sont soigneusement rincés à l'eau et séchés, puis stockés à l'état sec dans des petits sacs en plastique étiquetés (poids total, longueur totale, sexe).

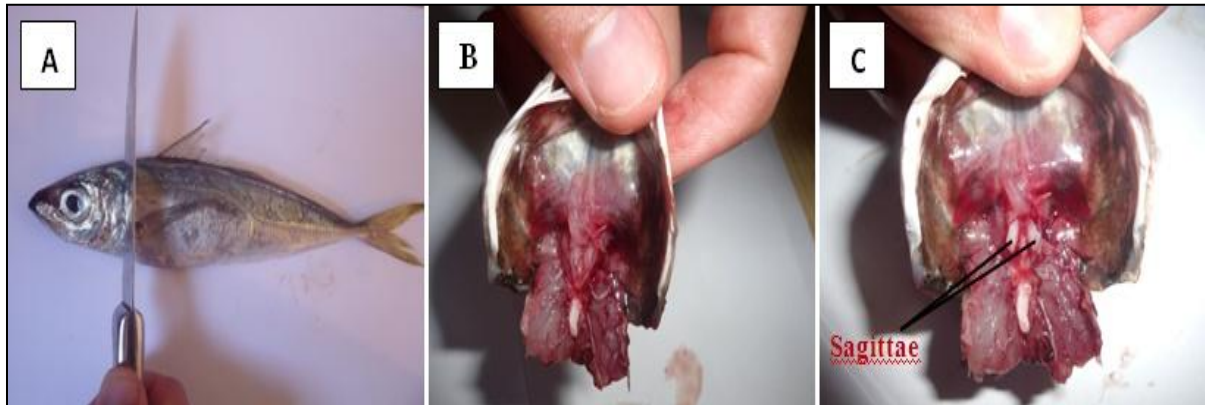


Figure 5. Prélèvement des sagittae d'un Chinchard à partir d'une coupe transversale (Belkadi *et* Horri, 2011).

2.3. Préparation des otolithes (sagittae) à la lecture des accroissements journaliers

Pour cette partie, la démarche suivie est celle décrite par Kacher (2004).

Les sagittae sont collées avec une goutte de colle (super glue achetée au marché), de façon à ce que la face convexe soit orientée vers le haut, sur des lames de verre étiquetées.

Après une demi-heure de séchage, les sagittae sont soumises à un premier ponçage réalisé à l'aide d'un papier abrasif (1200 de grain) et ensuite à un deuxième ponçage réalisé avec de la fibre d'alumine. Enfin, les otolithes poncés sont lissés, en utilisant des feutres de lissage de type magnet-palf (Figure.6).

Lors de ponçage, les mouvements d'usure ou de polissage doivent être faits sans direction définie de façon à éviter des distorsions systématiques du plan de la préparation et à conserver une épaisseur régulière de l'otolithe.

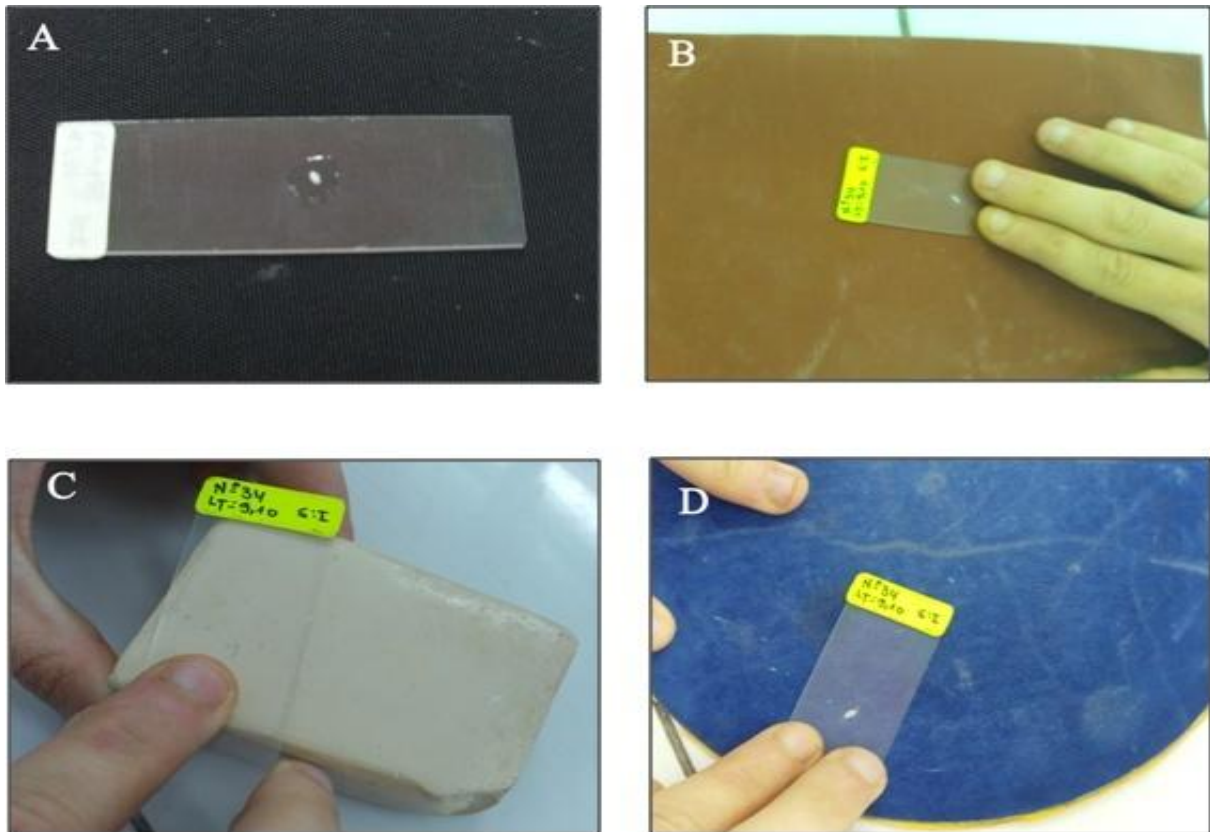


Figure 6. Récapitulatif des étapes de ponçage réalisées sur les otolithes des juvéniles de Chinchard (Belkadi *et* Horri, 2011).

Image A. otolithe collé sur une lame de microscope.

Image B. ponçage de l'otolithe à l'aide d'un papier verre.

Image C. polissage de l'otolithe avec de la fibre d'alumine.

Image D. lissage de l'otolithe avec le feutre de lissage.

Selon Kacher (2004), la phase de ponçage et de polissage est terminée lorsque le nucléus est bien exposé et lorsque l'ensemble des nucléi accessoires (Figure.7) bien défini. En effet, arrivé à cette profondeur de polissage, tous les accroissements journaliers sont lisibles.

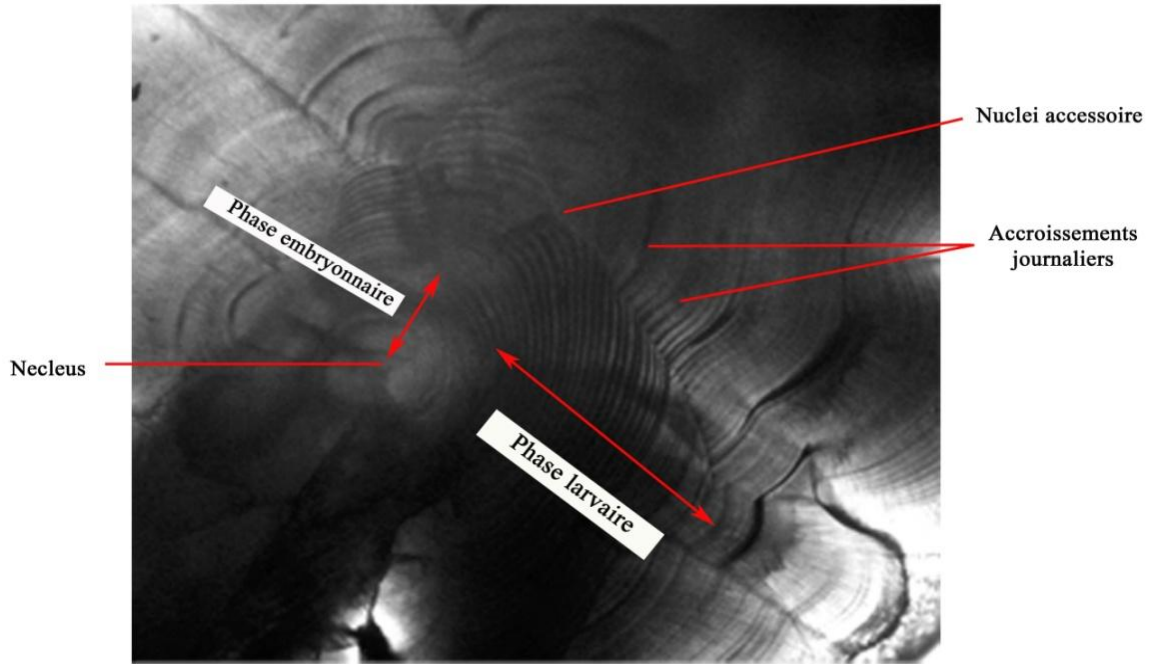


Figure 7. Centre du patron de croissance et les différents caractères d'interprétation des sagittae du juvénile de Chinchard (Gx 10) (Belkadi *et* Horri, 2011).

2.4. Lecture des otolithes

Dès que le ponçage et le polissage sont terminés, les sagittae sont observées sous un microscope photonique. Pour la lecture et l'interprétation des accroissements journaliers, le passage par divers grossissements est nécessaire (Gx10, Gx40, Gx100).

Dans un premier temps, la lecture et l'interprétation des accroissements journaliers se fait du nucléi accessoire vers le bord antérieur (Rostre).

Dans un second temps, sur une vingtaine de sagittae bien lisibles au centre, les accroissements journaliers correspondant à la phase embryonnaire et larvaire ont été définis, ainsi que la position de la première zone hyaline et le nombre d'accroissements fins la composant.

Les accroissements ont été comptés deux fois. Les lectures présentant un pourcentage moyen d'erreur supérieure ou égale à 10% sont renouvelées et/ou annulées.

Les zones hyalines

D'après Kacher (2004), les zones hyalines forment un anneau sans discontinuité qui est composé d'accroissements plus fins que les accroissements journaliers communs (Figure.8.B).

La position du premier anneau hyalin

Le nombre des accroissements journaliers comptabilisés dans le sens Nucleus→1^{ère} zone hyaline apparente, représente la position du premier anneau hyalin.

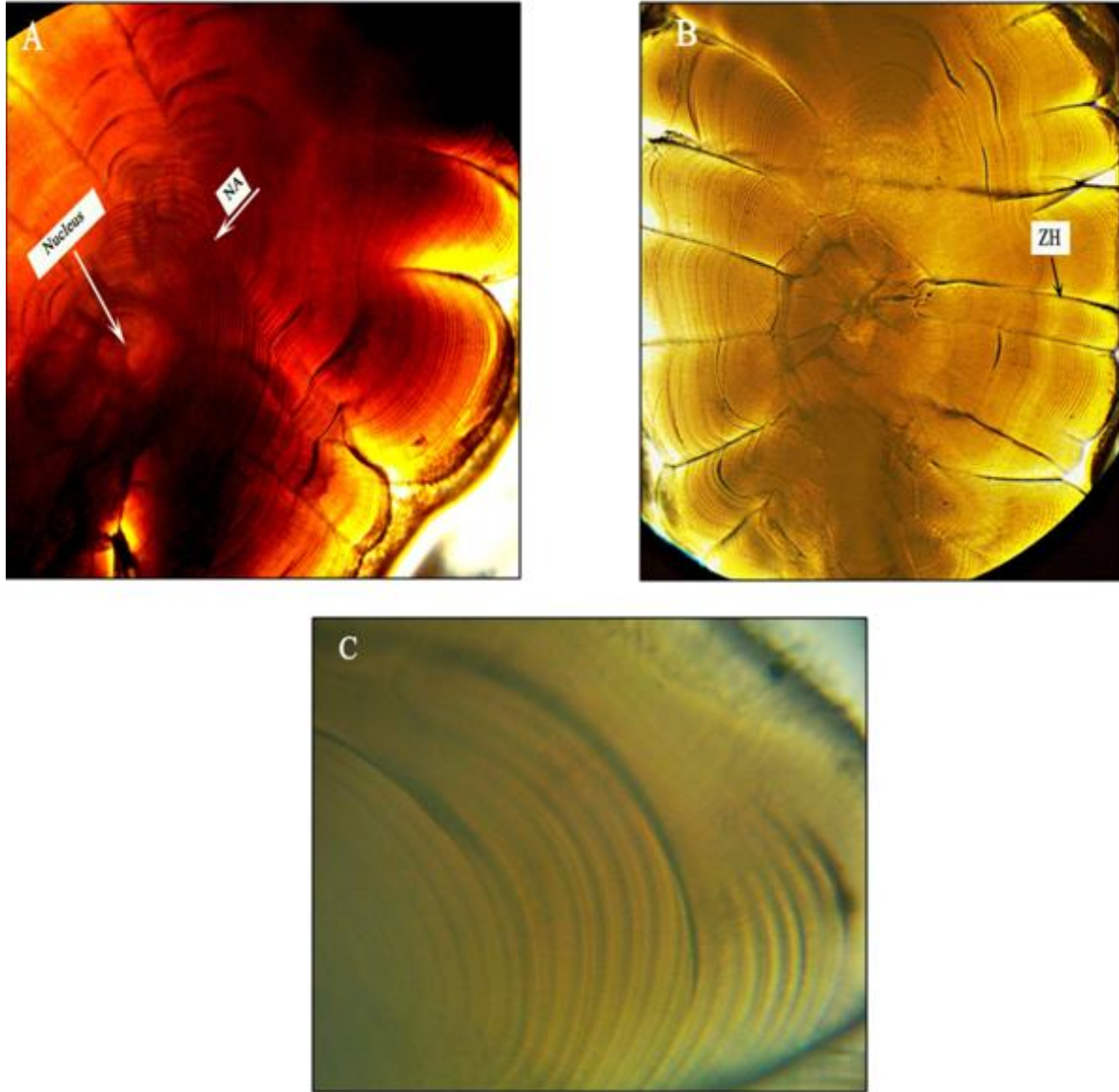


Figure 8. Récapitulatif des aspects observés sur les sagittae de Chinchard traités pour une lecture des accroissements journaliers (Belkadi *et* Horri, 2011).

Image A. Aspect des accroissements journaliers et position du nuclei accessoire (NA) (GX 10).

Image B. Aspects des accroissements journaliers sur l'axe antérieur et aspect des zones hyalines (ZH) apparaissant sur les sagittae des juvéniles de Chinchard (GX 10).

Image C. Aspects des accroissements journaliers positionnés en bordure des sagittae (GX 40).

2.5. Détermination de la longueur du chinchard au terme de sa première année de vie

L'âge total du juvénile de Chinchard correspond à la somme totale des accroissements comptabilisés depuis le centre du nucleus jusqu'à la bordure de l'otolithe ou rostre (Figure.9).

Âge total du juvénile = Période de la phase embryonnaire et larvaire + le nombre d'accroissements lus du NAA jusqu'au bord de l'otolithe.

NAA : nuclei accessoire le plus antérieur.



Figure 9. Récapitulatif du sens de lecture des accroissements journaliers sur les otolithes de juvéniles du Chinchard (G x 10) (Belkadi *et* Horri, 2011)

2.5.1. Précision des estimations d'âge

L'ensemble des lectures effectuées sur les otolithes des juvéniles nécessite une analyse statistique pour vérifier la reproductibilité des évaluations de l'âge, et cela, à partir du calcul de l'écart-type et du coefficient de variation (CV) (Chang, 1982).

$$CV = 100\% \cdot \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{R-1}}}{\bar{X}_j}$$

Avec :

X_{ij} est la $i^{\text{ème}}$ estimation d'âge du $j^{\text{ème}}$ poisson.

\bar{X}_j est l'âge moyen du $j^{\text{ème}}$ poisson.

R le nombre de fois que l'on donne un âge à chaque poisson.

2.5.2. Taux de croissance journalier

Pour estimer le taux de croissance journalier (cm/jours), une régression linéaire (aux moindres carrés) est réalisée entre l'âge total (N jours) et la taille totale du poisson (cm). Le taux de croissance correspond à la pente de la droite de la régression obtenue.

La régression linéaire est sous forme :

$$L_t \text{ (cm)} = a * (N_j) + b \quad (\text{in Kacher, 2004})$$

Avec : L_t : la taille totale du poisson en cm;

a: taux de croissance journalier en cm/ Jour ;

N_j : Nombre total de jours de vie ;

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

2.5.3. Estimation de la période d'éclosion et de la taille atteinte par le juvénile au premier hiver suivant sa naissance

Pour estimer la période d'éclosion, nous avons retenu tous les chinchards dont la taille est inférieure ou égale à la taille estimée au terme d'une année de vie, et ce, pour le rétro-calcul de cette période. Selon Kacher (2004), le rétro-calcul est réalisé à partir d'un échantillonnage aléatoire représentatif de la population, une distribution de fréquence de dates de naissance est établie en retranchant à la date de capture l'estimation de l'âge des individus capturés. La compilation en mois des dates de naissance nous a permis de déterminer les mois où l'éclosion est maximale. La distribution des fréquences de taille prise en compte pour le rétro-calcul correspond à celle de notre échantillon mesuré en mer multiplié 12,5 fois. Enfin, connaissant la date de naissance médiane de l'ensemble de nos individus, nous avons estimé la taille du Chinchard au premier janvier suivant sa naissance, soit la date correspondant à la formation du premier anneau hivernal.

3. La méthode de décomposition des populations : Bhattacharya (1967), in Korichi (1988).

Cette méthode permet de décomposer une population en sous-populations, en cohortes ou classes d'âge. Elle se base sur une transformation logarithmique des effectifs regroupés en

classes de taille d'égalles amplitudes (h) et de centre de classe (Kartas, 1981 *in* Korichi, 1988).

La méthode suppose que l'histogramme ne doit pas comporter de classes vides et les intervalles (h) sont petits par rapport à chacun des écarts types (S) en précisant que la valeur critique de ce rapport est $h/S < 2.2$.

L'équation de Bhattacharya (1967) s'écrit comme suit :

$$\Delta \text{Log } Z = \text{Log } Z(x+h) - \text{Log } Z(x)$$

Avec : Z (h+x) : effectifs de la classe de longueur de centre de classe (X+h).

Z (x) : effectif de la classe de longueur précédente, de centre de classe (x).

La taille moyenne et l'écart-type de chaque sous population s'obtiennent de la manière suivante :

$$\bar{L} = -a/b + h/2$$

et

$$S = \sqrt{-h/b}$$

Avec: \bar{L} : la taille moyenne de sous population ;

a : l'ordonnée à l'origine ;

b : la pente de la régression ;

S : l'écart-type.

h : l'intervalle de classe.

4. La croissance relative

La relation existante entre le poids d'un poisson et sa longueur est de forme exponentielle du type:

$$W_t = a * L^b \quad (\text{in Korichi, 1988})$$

Avec : W_t : poids total en grammes.

L : longueur totale en centimètre.

a : constante.

b : coefficient d'allométrie.

Le coefficient b , définit le type d'allométrie :

- Si $b > 3$, l'allométrie est majorante : le poids croît plus vite que le cube de la longueur ;
- Si $b < 3$, l'allométrie est minorante : le poids croît moins vite que le cube de la longueur ;
- Si $b = 3$, l'allométrie est isométrique : la proportionnalité s'établit entre le poids et la longueur.

Le type d'allométrie est confirmé par le test t , basé sur la comparaison entre une pente calculée ($P_0 = b$) et une pente théorique ($P = 3$) (schwartz, 1993).

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

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

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

S_{P_0} : écart-type de la pente calculée ;

n : nombre d'individus ;

S_x : écart-type de L_t ;

S_y : écart-type de W_t (avec $\alpha = 5\%$).

- Si $t < 1.96$: la différence n'est pas significative
- Si $t \geq 1.96$: la différence est significative

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Le modèle de la croissance journalier

1.1. Le dénombrement des accroissements journaliers depuis le nucleus jusqu'au bord du rostre

Au total 90 sagittae ont été prélevées pour l'étude de la croissance journalière, seuls 68 otolithes (76% du total) ont été lus, et cela, à cause des pertes (cassure, surponçage).

Sur les otolithes de juvéniles (individus qui n'ont pas atteint la maturité sexuelle) dont la taille totale est comprise entre 6.4 cm et 14.3 cm (moyenne = 8.7 ± 2 cm, $n = 68$) ont été dénombrés entre 55 et 282 (moyenne = 113 ± 46 accroissements journaliers, $n = 68$).

1.2. Précision des estimations d'âges

Sur l'ensemble de nos lectures (Annexe.3), le coefficient de variation (C.V) moyen est de 3.49%, soit bien en dessous du seuil maximal du C.V toléré (5%) pour considérer que les lectures sont acceptables (Laine *et al*, 1991).

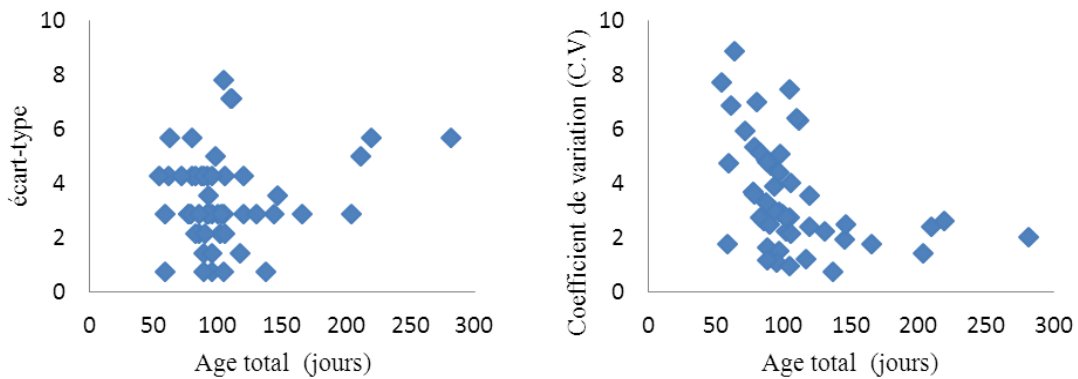


Figure 10. Relation entre écart-type et âge et entre coefficient de variation (CV) et âge. L'écart-type et le coefficient de variation sont calculés à partir de 2 estimations d'âge sur le même otolithe ($N = 68$).

1.3. La zone correspondant à la phase embryonnaire-larvaire

En ce qui concerne la vie embryonnaire-larvaire, 29 otolithes dont la taille des juvéniles varie entre 6.4 cm et 14.3 cm ont été lus.

Le nombre d'accroissements journaliers correspondant à la phase embryonnaire varie entre 11 et 15 (moyenne = 13 ± 1 accroissements journaliers, $n = 29$), tandis que pour la phase larvaire, il varie entre 30 et 39 (moyenne = 35 ± 3 accroissements journaliers, $n = 29$). Donc la phase embryonnaire-larvaire contient en moyenne 48 ± 4 accroissements journaliers.

1.4. Estimation de la position du premier anneau hyalin apparent chez les juvéniles de Chinchard

Le premier anneau hyalin apparaît à partir d'accroissements journaliers éloignés en considérant un otolithe par rapport à un autre. Il a été observé sur 29 otolithes de juvéniles dont la longueur totale varie de 6.4 cm à 14.3 cm (moyenne = 9.29 ± 2 cm, $n = 29$). En moyenne, cet anneau débute au 82^{ème} accroissement journalier (± 26 , $n = 29$) et le nombre d'accroissements journaliers fins le composant varie de 2 à 14 (moyenne = 5 ± 3 accroissements journaliers, $n = 29$).

Une datation des débuts de formation de ces premiers anneaux hyalins à été estimée pour les 29 individus dont les otolithes ont été lus à cette fin (Figure 11).

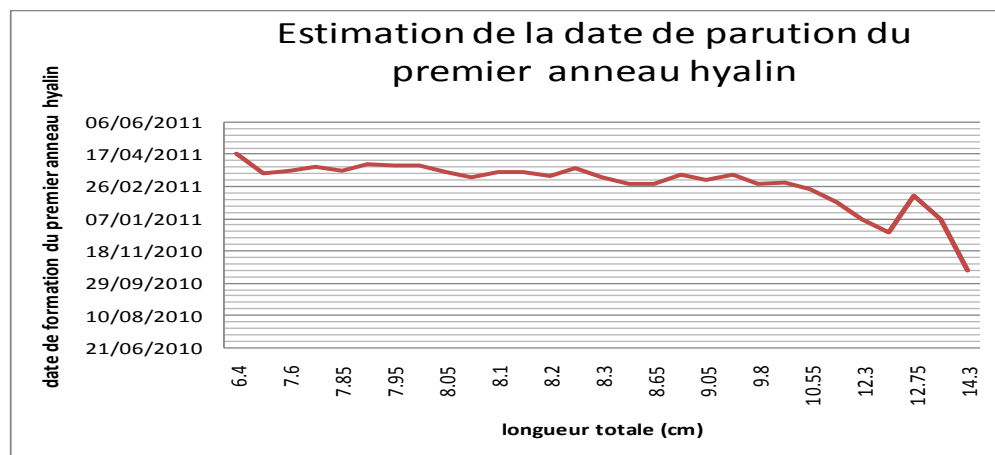


Figure 11. Estimation de la date de parution du premier anneau hyalin, en fonction de la longueur totale, sur les juvéniles de chinchard de Béjaia

Cette datation indique que la parution du premier anneau hyalin s'est, principalement produite sur la période comprise entre le 26 février 2011 et le 01 avril 2011. Les longueurs des juvéniles concernés varient de 7,5 à 10,55 cm (moyenne = $8,47 \pm 0,79$ cm).

1.5. Évolution de la longueur totale à la première année de vie

1.5.1. Relation âge total et longueur totale

Le modèle de croissance linéaire établi (Figure 12) pour le chinchard de Bejaia en 2011 est de la forme :

$$Lt \text{ (cm)} = 0,036 \cdot N\text{jours} + 4,548$$

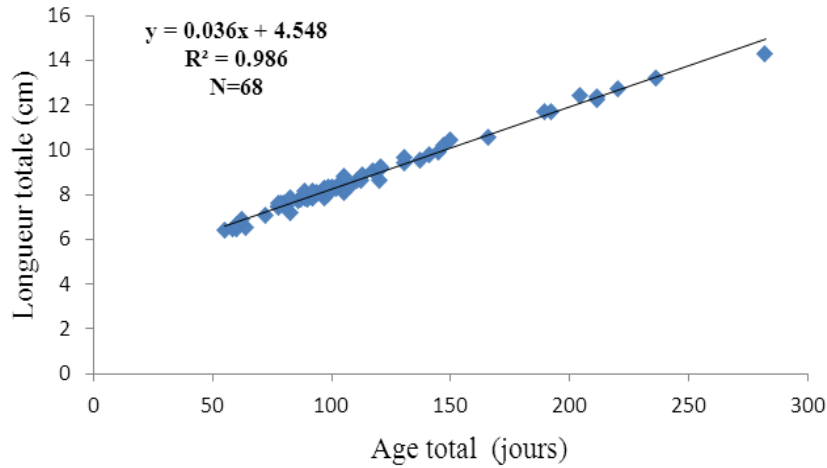


Figure 12. Modèle de croissance linéaire (la période embryonnaire- larvaire comprise) des juvéniles de Chinchard de Bejaia 2011.

1.5.2. Le taux de croissance journalier

Le taux de croissance journalier du Chinchard correspondant à la pente de la droite (Figure.12) est de $0.036 \text{ cm} \cdot \text{J}^{-1}$.

1.5.3. La taille du Chinchard au terme d'une année de vie

À partir de la régression linéaire entre la longueur totale et l'âge total, nous avons obtenu que le Chinchard atteint au terme d'une année de vie. Une longueur de :

$$L_t = 0.036 * (365) + 4.548 = 17.69 \text{ cm}$$

1.5.4. Estimation de la période d'éclosion

La distribution de fréquence de dates de naissance (Figure.13) est établie en retranchant à la date de capture l'estimation de l'âge total des individus capturés.

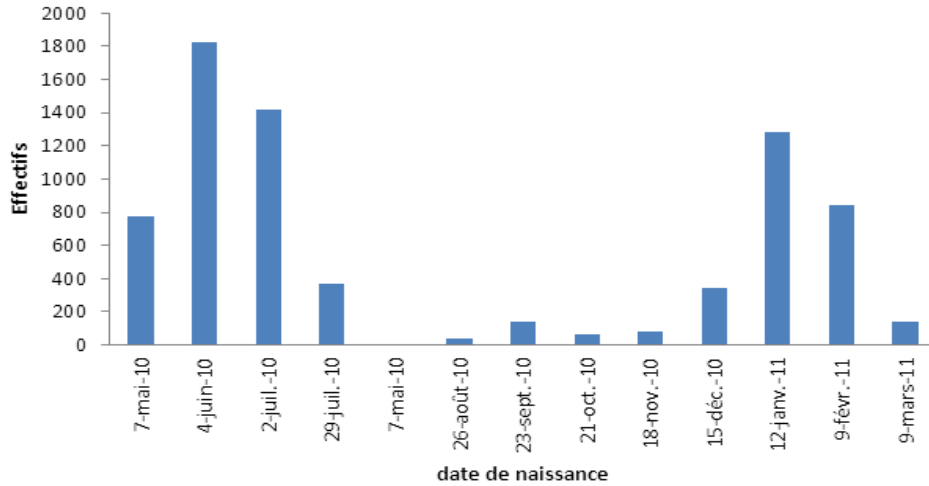


Figure 13. Distribution des fréquences de dates de naissance de Chinchard (N=7328).

La compilation en mois des dates de naissance nous a permis de déterminer les mois où les naissances sont maximales (Figure.14).

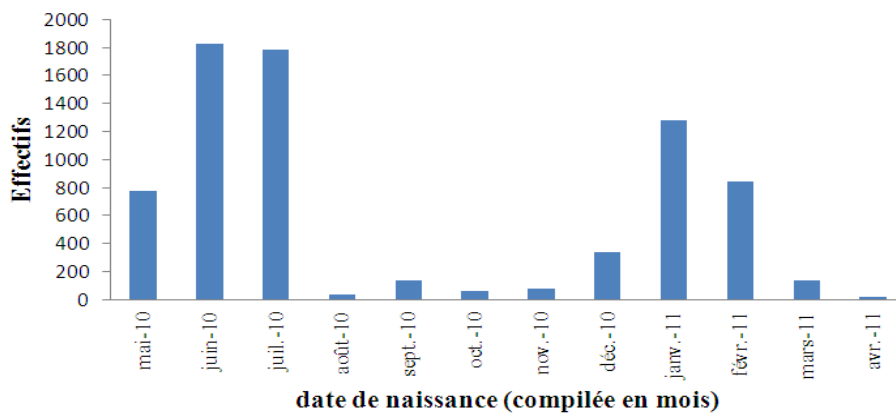


Figure 14. Rétro-calcul des dates de naissance des Chinchards ((N=7328)

À partir de la distribution des fréquences de date de naissance, nous avons estimé deux périodes de maximums bien distinctes, la première s'étale sur près de 3 mois (mai à juillet) et la deuxième sur une même période, mais de décembre à février. Les dates d'éclosion médianes correspondant aux deux périodes sont résumées dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1. Récapitulatif des paramètres de la date de naissance des juvéniles de Chinchard de Bejaia.

Paramètres de la date de naissance	Période1 (mai-juil)	Période2 (décembre-fév)
N	4020	2460
Date médiane	4-juin-2010	12-janv-2011

1.6. Estimation de la taille du Chinchard au premier janvier suivant sa naissance et à la formation du premier anneau hyalin.

-Estimation de la longueur du chinchard au premier janvier suivant la naissance

Pour l'estimation de la taille du Chinchard au premier janvier suivant sa naissance, nous avons préféré considérer deux lots distincts. Le lot des juvéniles nés le 4 juin 2010 et le lot des juvéniles nés le 12 janvier 2011.

*1^{er} Lot : Le nombre de jours compris entre la date de naissance médiane (4-juin 2010) et le 1^{er} janvier (2011) suivant la naissance est de 211 jours. La longueur estimée au premier janvier suivant la naissance est : $L_t(1er\ janvier\ lot\ 1) = 12,14\ cm.$

*2^{ème} Lot : Le nombre de jours compris entre la date de naissance médiane (12-janvier 2011) et le 1^{er} janvier (2012) suivant la naissance est de 354 jours. La longueur estimée au premier janvier suivant la naissance est : $L_t(1er\ janvier\ lot\ 2) = 17,40\ cm.$

-Estimation de la longueur du chinchard à la formation du premier anneau hyalin

Nous avons arrêté arbitrairement la date de la formation du premier anneau hyalin au 1^{er} avril 2011. Ainsi :

*1^{er} Lot : Le nombre de jours compris entre la date de naissance médiane (4-juin 2010) et le 1^{er} avril (2011) suivant la naissance est de 301 jours. La longueur estimée au premier janvier suivant la naissance est : $L_t(1er\ avril\ lot\ 1) = 15,49\ cm.$

*2^{ème} Lot : Le nombre de jours compris entre la date de naissance médiane (12-janvier 2011) et le 1^{er} avril (2011) suivant la naissance est de 79 jours. La longueur estimée au premier janvier suivant la naissance est : $L_t(1er\ avril\ lot\ 2) = 7,49\ cm.$

Discussion

La périodicité journalière des accroissements des otolithes des juvéniles du genre *Trachurus* a été validée par Waldron et Kerstan (2001) sur *Trachurus trachurus* en Atlantique Sud-Est et en Atlantique Nord-Est et Miguel et al (2003) sur *Trachurus symmetricus* en Méditerranée.

Dans le cadre de la présente étude, nous avons estimé un taux de croissance journalier de l'ordre de $0,036 \text{ cm} \cdot \text{J}^{-1}$, ce qui nous donne une longueur totale au terme d'une année de vie de 17,69 cm. Avant de comparer aux données (méditerranéennes) collectées dans la littérature (tableau 2), nous avons réajusté les longueurs à la fourche utilisées par les divers auteurs en utilisant la relation entre la longueur totale (Lt) et la longueur à la fourche (Lf) établie par Moutopoulos et Stergiou (2002) soit : $Lf = 0.82 + 0.860 \times Lt$.

Tableau 2. Récapitulatif des longueurs du Chinchard du groupe d'âge I obtenues par divers auteurs dans diverses zones

Auteurs	Lf (cm) moyenne théorique observée à l'âge I	réajustement à Lt (cm)	aire géographique	Méthode utilisée
Dardignac (1963) in Korichi (1988)	18 (âge I)	20	Méditerranée Française	Peterson+otolithométrie (lecture des anneaux annuels)
Alegria (1984)	16.79 (âge I)	18.57	Adriatique	Otolithométrie (lecture des anneaux annuels)
Korichi (1988)	14.03 (âge I)	15.36	Bou-Ismaïl	Otolithométrie (lecture des anneaux annuels)
Présente étude (2011)	-	17,69	Golfe de Bejaia	Otolithométrie (incréments journaliers)

En réalité, il nous semble très aventureux de comparer les données ci-dessus par rapport à celles que nous avons obtenues. En effet, au-delà de la méthode utilisée qui est très différente, la longueur atteinte à la formation du deuxième anneau hivernal (âge I) correspond à plus d'une année de vie (1an + la période s'étalant de la naissance au premier hiver).

Le problème de détermination des anneaux hivernaux est très fréquent et a été rapporté par bon nombre d'auteurs (Arruda, 1984, Hatanaka et Kawahara, 1985, Wysokinski, 1985, Shcherbich, 1992, Kerstan, 1995,...etc.). En réalité nous pensons que les échantillonnages pour l'otolithométrie ont toujours été biaisés par deux facteurs :

*Le premier est que la présence de deux lots d'individus juvéniles nés à 6 à 7 mois de décalage provoque un doute quant à l'intervalle de tailles dans un même groupe d'âge et entre les différents groupes d'âges ;

*Le second est qu'il est probable que la formation du premier anneau de ralentissement de croissance se forme en avril (printemps) telle que Korichi (1988) et non en Janvier tel que retenu par la communauté scientifique pour la plupart des espèces.

De même, nous avons estimé deux périodes de ponte intenses, mais distinctes qui s'étalent sur 3 mois chacune et dont la première va de Mai à juillet et la seconde de décembre à février et avec des pics successifs au 4-juin 2010 et 12-janvier 2011. Cette estimation est différente de celle d'Alegria (1994) qui suggère une période de ponte unique qui s'étalerait de mars à juin en Adriatique.

Dans le cadre de notre travail, nous avons estimé la période de formation du premier anneau de ralentissement de croissance au mois d'avril. Cette zone de ralentissement de la croissance apparait au $82^{\text{ème}} \pm 26$ accroissements journaliers et le nombre d'accroissements fins la composant en moyenne est de 5 ± 3 .

Les longueurs moyennes estimées à sa formation du premier anneau (âge 0) en distinguant chaque lot (en conformité avec la période de naissance) sont respectivement :

$$L_t (\text{1er avril lot 1}) = 15,49 \text{ cm et } L_t (\text{1er avril lot 2}) = 7,49 \text{ cm.}$$

Le schéma ci-dessous montre les différentes phases que nous avons pu observées sur les otolithes de juvéniles de Chinchard.

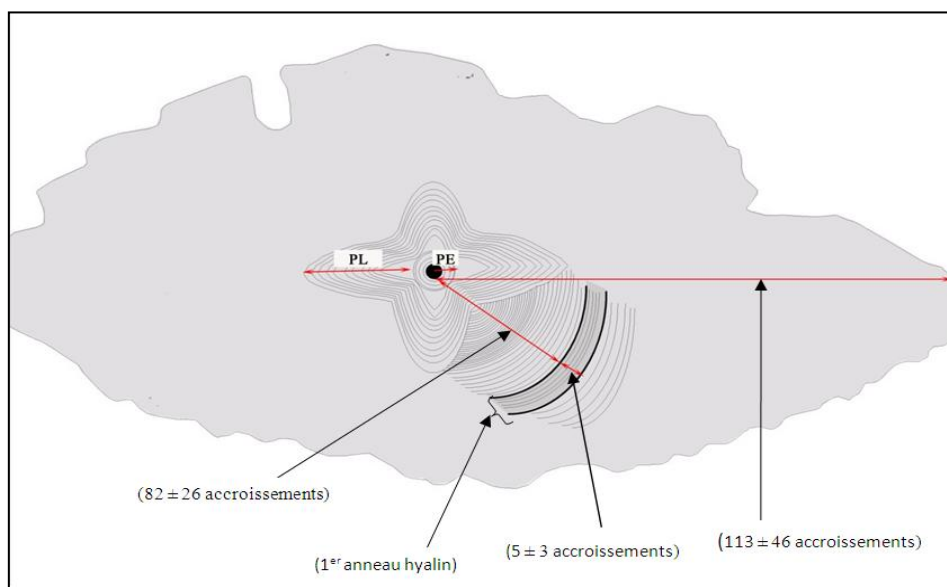


Figure 15. Schéma représente les dénombrements des accroissements journaliers moyens effectués sur les otolithes des juvéniles de Chinchard (Belkadi *et* Horri, 2011)

PE : La phase embryonnaire. **PL :** La phase larvaire.

Enfin, il reste que selon Campana et Jones (1992), la méthode de rétro-calcul peut fournir des informations précises sur la période de ponte. Cependant cette méthode est sensible aux problèmes liés à la mortalité différentielle et à la sélectivité due aux engins de pêche. Par conséquent, elle doit être appliquée avec beaucoup de précautions.

2. La méthode de décomposition des populations : Bhattacharya (1967)

L'application de la méthode de Bhattacharya (1967) sur la distribution de fréquence de taille que nous avons obtenue à Béjaia (Annexe.2) nous a donné la décomposition en sous populations décrite ci-dessous (Tableau.3).

Tableau 3. Récapitulatif des longueurs moyennes obtenues par la méthode de Bhattacharya (1967).

Sous populations	A	B	L _t	N	S	T.A
1	7.209	-0.99	7.78	2620	1.01	4.12
2	23.94	-2.1	11.90	200	0.69	3.82
3	15.71	-1.032	15.72	4428	1.05	3.11
4	11	-0.6	18.83	738	1.29	-

- a : l'ordonnée à l'origine ;
- b : la pente de la régression ;
- L_t : la longueur moyenne totale en (cm) ;
- N : nombre d'individus ;
- S : l'écart-type ;
- T.A : le taux d'accroissement.

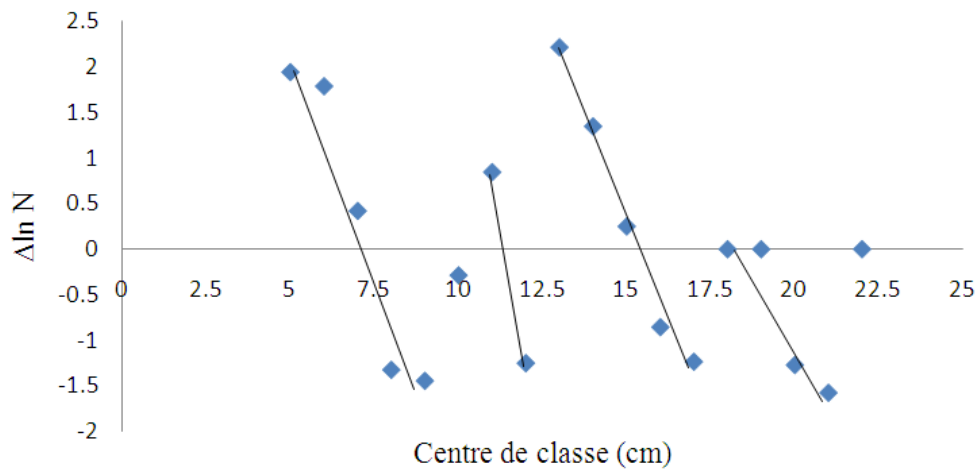


Figure 16. Estimation des différentes sous populations de *Trachurus trachurus* (Linne, 1758) par la méthode de Bhattacharya (1967), (18 avril 2011) dans le golfe de Béjaia.

Discussion

La décomposition de la distribution de fréquences de tailles montre quatre sous populations dont les tailles moyennes sont respectivement : 7.78 cm*, 11.90 cm, 15.72 cm* et 18.83 cm. En réalité une telle décomposition est incohérente puisque notre échantillon ne

comporte que des individus d'âge 0 ou I au maximum. De plus en retrouvant deux longueurs (*) à l'âge 0 et II proches de nos longueurs au premier anneau déterminées par l'interprétation des incréments journaliers, sauf qu'elles sont considérées comme deux âges différents alors cette méthode ça marche pas.

3. La croissance relative

La relation taille poids a été déterminée pour l'ensemble de l'échantillon (sexes confondus) avec (n= 183) (Annexe.4).

Les paramètres de la relation taille-poids sont résumés dans le tableau 4. L'équation de la relation taille-poids est sous forme :

$$W_t = 0.0076 * L_t^{3.003}$$

Tableau 4. Les paramètres de la relation taille-poids chez *Trachurus trachurus* (linne, 1758).

Paramètres	Résultats
la pente (b)	3.003
l'ordonnée à l'origine (a)	0.0076
t cal	0.029
t table ($\alpha=5\%$)	1.96
la différence	Non significative
type de croissance	Isométrie

La forme alinéatisée de cette relation taille-poids (Figure.17) est de la forme :

$$\ln(W_t) = 3,003 \ln(L_t) - 4,878$$

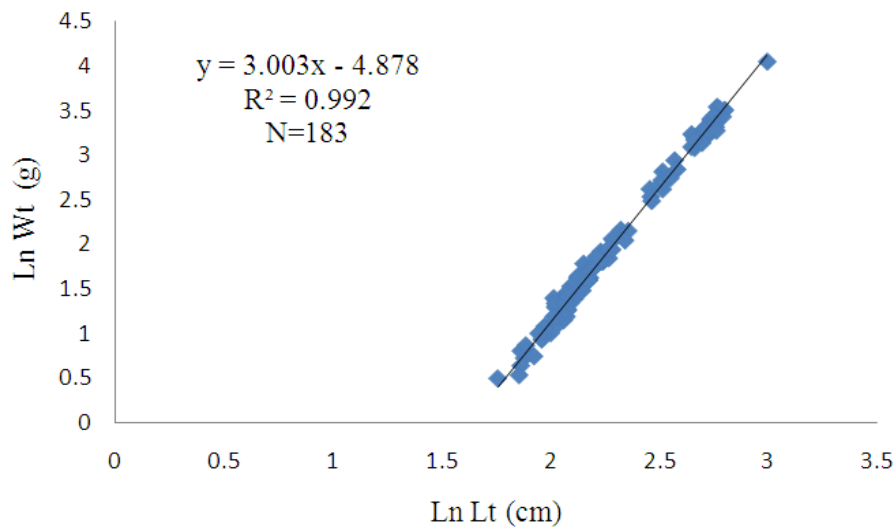


Figure 17. La relation taille-poids chez *Trachurus trachurus* de Bejaia (sexes confondus), (N= 183).

La relation taille-poids dans la présente étude indique une isométrie, cela indique que chez le Chinchard de Bejaia, le poids croît d’une manière proportionnelle avec le cube de la longueur totale.

Quelques données des paramètres de la croissance relative sont compilées ci-dessous (tableau 5) :

Tableau 5. Récapitulatif des paramètres de la relation taille-poids Chez *Trachurus trachurus* (Linne, 1758) calculés par différents auteurs.

Auteurs	Région	Sexes	a	B	Type d’allométrie
Arruda (1984)	Portugal	Confondus	0.0199	2.885	Minorante
Kerstan (1985)	Irlande et Grande Bretagne	Confondus	0.0043	3.125	Majorante
Korichi (1988)	Baie de Bou-Ismaïl	Confondus	0.0125	2.979	Isométrie
Kalayci et al (2007)	Mer Noire (Turquie)	Confondus	0.0086	2.984	Isométrie
Santic (2008)	Mer Adriatique	Confondus	0.0084	3.001	Isométrie
Présente étude (2011)	Golfe de Bejaia	Confondus	0.0076	3.003	Isométrie

Une discussion de nos résultats par rapport a ceux rapportés dans la littérature (tableau 5) ne serait pas raisonnable puisque notre échantillon est composé principalement de juvéniles, ces derniers qui sont caractérisés par une vitesse de croissance très élevée comparativement aux individus plus âgés.

CONCLUSION

Conclusion

A partir de l'estimation de l'âge des juvéniles de Chinchard par l'interprétation des incréments journaliers, nous avons essayé de déterminer sa taille à la première année de vie, sa période de ponte, sa taille au premier janvier suivant sa naissance et la localisation du premier anneau de ralentissement de la croissance.

Comme nous l'avions signalé précédemment, de nombreuses zones translucides sont déposées sur le "patron" de croissance des otolithes prélevés sur les juvéniles de chinchard, elles peuvent, si elles sont assimilées à des marques annuelles, biaiser le schéma de croissance du chinchard. L'interprétation de ces zones translucides comme des marques annuelles peut amener à une mésestimation de l'âge.

La détermination de la position de la première marque hivernale (en avril) faisait partie de nos objectifs. Cette dernière ne peut être obtenue que si nous connaissons avec précision l'âge en jour et ainsi la datation de la première marque apparente sur le patron de croissance de l'otolithe. De fait, il était indispensable de déterminer sa date de naissance et rétro-calculer la période de ponte.

Dans la présente étude, nous avons suggéré que la détermination du premier anneau hivernal semble biaisée par le décalage existant entre les deux périodes de pontes successives.

L'évaluation de l'âge à partir des accroissements journaliers permet de comprendre les différentes phases de vie des jeunes Chinchard au cours de leur développement et d'obtenir des paramètres indispensables pour une meilleure gestion de leur pêche. Elle peut combler quelques lacunes encore persistantes dans la connaissance de la période de ponte, de la variabilité du recrutement, de la croissance et de l'écologie de cette espèce.

D'après les données précédentes il semble que l'étude des accroissements journaliers réduit de manière significative les erreurs d'estimation de l'âge, et met en évidence la nécessité de la prendre en compte de manière systématique pour mieux appréhender les variations dans les taux de recrutement et de connaître la systématique des phases juvéniles et post-juvéniles ainsi la sexualité de cette espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- Alegria Hernandez V.**, 1984. Observations on the age and growth of *Trachurus trachurus* (L.) in the middle Adriatic. No 58 : 1-6.
- Alegria Hernandez V.**, 1994. Reproductive cycle and changes in condition of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) from the Adriatic Sea. *Ariatica*: Vol. 35, N°1-2: 59-67.
- Anonyme.**, 1990. Report of the working group on the assessment of the stocks of sardine, horse mackerel and anchovy. *Int. Coun. Explor. Sea CM 1990/Assess*, 24: 169 p.
- Anonyme.**, 1991. Report of the industrial fisheries working group. *Int. Coun. Explor. Sea CM 1991/Assess*, 14: 104 p.
- Anonyme.**, 1993. Identification biogéographique des principaux stocks exploités en Manche, relations avec ceux des régions voisines. *Rap. Int. DRV/RH/IFREMER*, 93-023: 256 p.
- Arruda L.M.**, 1984. Sexual maturation and growth of *Trachurus trachurus* (Linne) along Portuguese coast. *Inv. Pesq.* 48: 419-430.
- Campana S.E. et Jones, C.**, 1992. Analysis of otolith microstructure data, p. 73-103. *In* D. K. Stevenson and S. E. Campana. Otolith microstructure examination and analysis. *Can.Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci*: 117 p.
- Chang W.Y.B.**, 1982. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39 : 1208-1210.
- Dardignac J.**, 1963. Les chinchards (*Trachurus*) des côtes Françaises de la Méditerranée. (Note préliminaire). *Rapp. P. V. Réun. CIESM*, Vol. XVII, fasc. 2 : 342 – 346.
- Djabali F., Brahmi B et Mammasse.**, 1993. Poissons des côtes algérienne. *Bultin de l'ISMAL* : 215 p.
- Eaton D.R.**, 1983. Scad in the north-east Atlantic. *Lab. Leafl., MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft*, 56: 20 p.
- Eaton D.R.**, 1989. Spawning-stock biomass of scad (*Trachurus trachurus*) to the west of the British Isles, as indicated by egg surveys. *J. Con. int. Explor. Mer*, 45 : 231-247.
- FAO.**, 1987. Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche en Méditerranée et Mer Noire, zone de pêche 37, volume 2, poissons osseux : 1030 p.
- Fossum P., Kalish J. Moksness E.**, 2000. Proceedings of the 2nd International Symposium on Fish Otolith Research & Application, Bergen, Norway, 20-25 June 1998. *Special Issue of Fisheries Research*, 46: 374 p.

- Hammoudi Z.**, 2009. Contribution à la stratégie de développement durable d'une zone portuaire : Le port polyvalent de Bejaia. Mém d'ing . ENSSMAL: 63 p.
- Hatanaka H., et Kawahara, S.**, 1985. Otolith ring formation in Cape horse mackerel off Namibia. Collection of scientific papers from International Community of South East Atlantic Fisheries, 12: 87-94 p.
- Iversen S.A., Eltink A., Kirkegaard E. et Skagen D.W.**, 1989. The egg production and spawning stock size of the North Sea mackerel and horse mackerel stocks in 1988. Int. Coun. Explor. Sea CM 1989/H: 16: 22 p.
- Kacher M.**, 2004. Le merlu du golf de Gascogne et de la mer celtique : croissance, répartition, écologie alimentaire et assemblages. Thèse Doctorat d'Université du Littoral Côte d'Opale 62930 Wimereux : 192 p.
- Kalayci F., Samsun N., Bilgin S et Samsun O.**, 2007. Length-Weight Relationship of 10 Fish Species Caught by Bottom Trawl and Midwater Trawl from the Middle Black Sea, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 7:33-36 p.
- Kartas F.**, 1981. Les clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique et de la Méditerranée. Thèse de Doct. Etat. Faculté des sciences. Tunis: 608 p.
- Korichi H.S.**, 1988. Contribution à l'Etude Biologique des deux espèces de saurels: *Trachurus trachurus* (Linne, 1758) et *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* (Linne, 1758) en baie de Bou-Ismaïl (Alger).Thèse magistère. I.S.M.A.L: 260 p.
- Kerstan M.**, 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. Arch. Fischwiss. 36: 115-154.
- Kerstan M.**, 1995. Ages and growth rates of agulhas bank horse mackerel *Trachurus trachurus capensis* – comparison of otolith ageing and length frequency analysis. South African Journal of Marine Science, 15: 137–156 p.
- Laine A.O., Momot W.T., Ryan P.**, 1991. Accuracy of using scales and cleithra for aging northern pike from an oligotrophic Ontario Lake. N. Am. J. Fish. Manage. 11: 220-225.
- Leclair L.**, 1972. La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (pré-continent Algérien). Mémoire du muséum national d'histoire naturelle. Paris Sr c : 64-65.
- Letaconnoux R.**, 1951. Contribution à l'étude des espèces du genre *Trachurus* et spécialement du *Trachurus trachurus* (Linné, 1758).Mem. .Off. Scient. Pêches Marit : 67 p.

- Miguel A., Marianela M et Hugo A.,** 2003. Preliminary results of the empirical validation of daily increments in otoliths of jack mackerel *Trachurus symmetricus* (Ayres, 1855) marked with oxytetracycline. *Sci. Mar.*, 67 (4): 471-475.
- Moutopoulos, D.K. and K.I. Stergiou.,** 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species of the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.* 18(3):200-203.
- Panfili J., Pontual H., Troadec H., Wright P.J.,** 2002. *Manual of Fish Sclerochronology.* Brest, France: IFREMER-IRD coedition: 464 p.
- Quéro J.C., Dardignac J et Vayne J.J.,** 1989. Les poissons du golfe de Gascogne. Ifremer / Secrétariat de la Faune et de la Flore : 229 p.
- Santic M., Biljana R et Antonela P.,** 2008. Condition and length-weight relationship of the horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and the mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) from the eastern Adriatic Sea. Department of Biology, Faculty of Natural Science and Mathematics, University of Split, 21000 Split, Croatia: 426 p.
- Schwartz D.,** 1993. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Ed :Flammarion Médecine et Sciences : 318 p.
- Secor D.H., J.M. Dean, S.E. Campana.,** 1995. Recent Developments in Fish Otolith Research. Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, Univ. S. Carolina Press Columbia, S.C: 735 p.
- Shcherbich L.V.,** 1992. Methods of age determination in the horse mackerel, *Trachurus capensis*, by scales and otolith. *Journal of Ichthyology*, 32: 46–59.
- Stevenson D.K., S.E. Campana.,** 1992. Otolith Microstructure Examination and Analysis. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 117: 126 p.
- Waldron M. E., et Kerstan M.,** 2001. Age validation in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) otoliths. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 806–813.
- Wysokinski A.,** 1985. Horse mackerel age determination using otoliths. Collection of scientific papers from International Community of South East Atlantic Fisheries, 12: 199–203.

ANNEXES

Annexe 1. Tableau récapitulant la distribution des fréquences de tailles des Chinchards (sexes confondus) obtenus à Béjaia (18 Avril 2011).

L_t (cm)	N
5	20
6	140
7	840
8	1280
9	340
10	80
11	60
12	140
13	40
14	368
15	1420
16	1825
17	775
18	225
19	225
20	225
21	63
22	13
23	13

Annexe 2. Méthode de Bhattacharya (1967): estimation des sous populations des sexes confondus du Chinchard de Béjaia (2011).

L_t (cm)	N	$\ln(N)$	$\Delta \ln(N)$
5	20	3,00	1,95
6	140	4,94	1,79
7	840	6,73	0,42
8	1280	7,15	-1,33
9	340	5,83	-1,45
10	80	4,38	-0,29
11	60	4,09	0,85
12	140	4,94	-1,25
13	40	3,69	2,22
14	368	5,91	1,35
15	1420	7,26	0,25
16	1825	7,51	-0,86
17	775	6,65	-1,24
18	225	5,42	0,00
19	225	5,42	0,00
20	225	5,42	-1,27
21	63	4,14	-1,58
22	13	2,56	0,00
23	13	2,56	-2,56

Annexe 3. Relation entre écart-type et âge et entre coefficient de variation (CV) et âge.

1 ^{ère} lecture	2 ^{ème} lecture	âge moyen (jours)	Ecart-type	C.V	1 ^{ère} lecture	2 ^{ème} lecture	âge moyen (jours)	Ecart-type	C.V
80	76	78	2,83	3,63	144	149	147	3,54	2,45
116	118	117	1,41	1,21	109	103	106	4,24	4,00
62	58	60	2,83	4,71	99	110	105	7,78	7,44
85	91	88	4,24	4,82	164	168	166	2,83	1,70
103	100	102	2,12	2,19	224	216	220	5,66	2,57
122	118	120	2,83	2,36	117	123	120	4,24	3,54
68	60	64	5,66	8,84	116	106	111	7,07	6,37
87	84	86	2,12	2,60	133	129	131	2,83	2,16
96	91	94	3,54	3,84	136	137	137	0,71	0,73
77	83	80	4,24	5,30	92	96	94	2,83	3,01
94	90	92	2,83	3,07	77	81	79	2,83	3,58
94	90	92	2,83	3,07	92	86	89	4,24	4,77
103	107	105	2,83	2,69	100	94	97	4,24	4,37
90	88	89	1,41	1,59	101	105	103	2,83	2,75
102	95	99	4,95	5,05	88	89	89	0,71	1,12
98	96	97	1,41	1,46	75	69	72	4,24	5,89
76	80	78	2,83	3,63	104	105	105	0,71	0,95
95	96	96	0,71	1,04	89	85	87	2,83	3,25
104	107	106	2,12	2,11	206	202	204	2,83	1,39
95	89	92	4,24	4,61	62	58	60	2,83	4,71
84	81	83	2,12	2,69	98	96	97	1,41	1,46
102	98	100	2,83	2,83	84	81	83	2,12	2,69
90	94	92	2,83	3,07	85	77	81	5,66	6,98
91	88	90	2,12	2,48	80	76	78	2,83	3,63
107	117	112	7,07	6,31	85	91	88	4,24	4,82
59	65	62	4,24	6,84	59	65	62	4,24	6,84
58	52	55	4,24	7,71	94	100	97	4,24	4,37
58	59	59	0,71	1,69	88	91	90	2,12	2,48
86	80	83	4,24	5,11	80	86	83	4,24	5,11
95	99	97	2,83	2,92	98	102	100	2,83	2,83
85	77	81	5,66	6,98	91	85	88	4,24	4,82
143	147	145	2,83	1,95	100	103	102	2,12	2,19
286	278	282	5,66	2,01	52	58	55	4,24	7,71
214	207	211	4,95	2,37	59	65	62	4,24	6,84

Annexe 4. Relation taille poids total du Chinchard (sexes confondus) de la région de Béjaïa (2011).

L _t (cm)	W _t (g)	L _t (cm)	W _t (g)	L _t (cm)	W _t (g)	L _t (cm)	W _t (g)
8,10	4,16	9,40	6,04	8,20	4,11	15,60	29,00
8,60	5,90	8,45	5,04	8,55	4,75	10,20	8,62
9,70	6,82	8,40	4,89	8,40	4,24	9,25	6,12
8,50	4,84	8,00	3,95	7,75	3,84	11,70	12,50
7,40	2,71	7,95	3,53	8,30	4,61	8,35	4,74
8,20	4,42	7,60	3,30	7,50	2,85	15,10	26,36
8,20	4,16	8,35	4,48	8,80	5,40	12,35	13,60
8,55	5,07	14,95	25,59	9,05	5,69	15,65	31,07
9,05	5,88	12,30	14,60	8,35	4,29	12,30	15,05
7,80	3,95	9,30	6,02	8,80	4,92	15,70	28,11
8,55	4,37	8,25	4,46	8,00	3,53	12,40	14,76
7,85	3,66	7,60	3,59	15,85	34,27	9,80	6,91
8,95	5,68	8,20	4,10	9,85	7,70	8,80	4,90
6,60	2,21	8,05	3,87	8,40	4,44	7,95	3,87
7,95	3,77	8,10	3,80	7,95	4,25	8,20	4,47
5,80	1,63	8,20	4,35	16,15	32,50	10,55	8,52
8,25	3,98	7,85	3,76	7,90	3,93	12,75	15,64
8,60	5,24	8,30	4,23	15,95	32,26	19,95	56,96
8,85	5,04	7,85	3,13	8,45	4,35	14,80	22,86
9,30	6,75	7,50	3,01	15,80	30,55	10,40	7,66
6,55	2,05	8,25	4,17	8,40	5,10	9,10	6,37
7,95	3,26	15,75	27,31	7,90	3,65	8,55	5,10
9,80	7,80	9,15	6,26	14,90	26,68	12,80	15,41
7,70	3,52	8,30	4,18	7,75	3,33	11,75	11,92
8,25	4,06	7,85	3,54	8,80	4,98	8,60	4,67
8,50	4,56	7,95	3,78	15,65	29,21	15,80	26,25
8,10	4,04	7,80	3,51	14,95	25,91	9,65	6,97
10,25	8,00	8,40	5,15	15,40	29,56	14,30	23,66
14,30	24,25	8,65	4,87	16,40	32,92	8,70	5,16
9,40	6,09	7,85	3,16	14,30	21,61	8,25	4,33
7,60	3,31	6,85	2,09	15,05	24,63	7,50	4,01
7,95	3,72	7,10	2,52	15,00	26,48	7,80	3,98
7,90	3,63	6,45	1,88	15,15	24,70	8,50	5,01
9,10	6,03	6,40	1,69	11,65	13,63	8,35	5,03
7,60	3,79	6,45	2,22	15,20	25,44	7,55	3,63
9,55	6,83	15,15	27,73	15,20	26,32	8,75	4,92
8,40	4,60	8,20	4,49	16,40	33,16	7,20	2,92
8,85	5,43	8,20	4,02	14,10	21,87	6,60	2,36
8,00	3,50	8,10	4,23	13,20	16,99	8,10	4,57
13,05	18,80	7,20	2,76	16,25	30,68	7,80	3,93
15,60	27,50	9,65	6,27	14,10	25,23	7,55	3,78
8,80	4,89	7,90	3,56	12,35	16,58	8,10	4,14
8,05	3,88	7,50	3,06	16,00	33,57	8,00	4,29
15,65	29,86	8,50	4,57	15,40	29,90	7,50	3,26
8,10	4,09	7,60	3,66	15,85	29,20	7,20	2,85
7,00	2,70	8,00	4,08	7,85	3,79		

