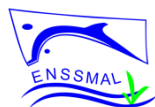


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES
DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



Mémoire d'Ingénieur d'Etat

Option : Halieutique

Présenté par : Aissani Sabir

Thème :

**Le marbré *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758)
de la région centre algérienne : âge, croissance et
morphométrie des otolithes par analyse d'images**

Soutenu le 29-10-2014 devant le jury composé de :

M. Sefiane O.	Maitre de Conférences- ENSSMAL	: Président
M ^{lle} Ladoul S.	Enseignante-ENSSMAL	: Examinatrice
M. Hemida F.	Professeur - ENSSMAL	: Examineur
M ^{lle} Boufersaoui S.	Enseignante-ENSSMAL	: Encadreuse

Remerciements

Avant l'expose de ce travail, je suis très heureux de pouvoir remercier toutes les personnes qui m'ont apporté aide et soutien.

Je tiens à remercier vivement la personne à qui je dois le plus, M^{elle} Boufersaoui S., Enseignante à l'ENSSMAL, qui a encadré et dirigé cette étude et qui par ses conseils et sa disponibilité m'a initié aux sciences halieutiques ; elle m'a fait bénéficier, de son expérience, ses connaissances judicieuses et de ses discussions stimulantes qui ont fait avancer ce travail. Je suis profondément reconnaissant pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et pour l'empressement qu'elle a manifesté à le voir aboutir, puisse-t-elle trouver ici la marque de mon profond respect ainsi que mes remerciements les plus sincères.

Il m'est agréable d'exprimer mes plus vifs remerciements à M. Sefiane O., Maitre de conférences à l'ENSSMAL, qui me fait l'honneur de présider ce jury en dépit de ses lourdes responsabilités.

J'apprécie vivement l'honneur que me fait M. Hemida F. Professeur à l'ENSSMAL, en acceptant de juger ce travail malgré ses nombreuses tâches. J'ai bien apprécié ses conseils valeureux autant qu'enseignant et père. Qu'il trouve dans ces lignes le témoignage de ma respectueuse reconnaissance.

Je tiens à exprimer à M^{elle} Ladoul S., Enseignante à l'ENSSMAL, toute ma reconnaissance pour avoir bien voulu apporter un jugement à ce mémoire.

Sans oublier de remercier sincèrement mes parents, mes sœurs, mes amis et collègues, pour les encouragements et l'intérêt qu'ils ont montré pour me voir mener à terme ce mémoire. Et à toutes les personnes qui m'ont aidé ou soutenu de près ou de loin.

Table des matières

Introduction	7
--------------------	---

Chapitre I - Recherches bibliographiques

1. Données générales	10
1.1. Aperçu sur le bassin algérien	10
1.2. La zone d'étude :	10
1.2.1. La baie de Zemmouri	10
1.2.2. La baie d'Alger	11
1.2.3. La baie de Bou-Ismaïl	12
1.3. Présentation de l'espèce	12
1.3.1. Position systématique	13
1.3.2. Noms vernaculaires	14
1.3.3. Étymologie	14
1.3.4. Distribution géographique de l'espèce	14
1.3.5. Écologie de l'espèce	15
1.3.6. Biologie de l'espèce	15
1.3.6.1. Reproduction	15
1.3.6.2. Alimentation	16
1.3.6.3. Pêche et utilisation	16

Chapitre II - Matériel et méthodes

1. Échantillonnage	18
1. Traitement biologique des poissons	18
1.1. Mensurations et pesées	18
1.2. Détermination du sexe	19
1.3. Prélèvement et conservation des otolithes	19
2. Mensurations et pesée des otolithes	20
2.1. Pesées des otolithes	20
2.2. Système d'observation et de mensuration des otolithes	20
2.3. Mesures morphométriques des otolithes	21
3. Estimation de l'âge	21
3.1. Détermination de l'âge par Otolithométrie	22
3.1.1. Préparation et méthodes d'observation des otolithes	22
3.1.2. Marques de croissance saisonnières	22
3.1.3. Attribution d'un âge	23
3.1.4. Validation de l'estimation de l'âge	24
3.1.5. Etude rétrospective de la taille (rétro-calcul)	25
3.2. Détermination de l'âge par les méthodes indirectes	25
3.2.1. Méthode de Bhattacharya	25
4. Etude de croissance	26
4.1. Croissance linéaire	26
4.1.1. Détermination des paramètres de croissance	26

4.1.1.1. Analyse des structures d'âge.....	26
4.1.1.2. Analyse des structures de taille.....	27
4.1.2. Taux de croissance absolue.....	28
4.2. Croissance relative.....	28
4.2.1. Relations biométriques.....	28
4.2.2. Relation taille-poids.....	28
4.3. Croissance pondérale.....	28
5. Analyse statistiques.....	29
5.1. Test ANCOVA.....	29
5.2. Comparaison des pentes.....	29
5.3. Aperçu sur logiciel R.....	30

Chapitre III - Résultats et discussions

1. Analyse des distributions des fréquences de taille.....	32
2. Etude morphométrique des otolithes.....	33
2.1. Description morphologique :.....	33
2.2. Etude de la symétrie des otolithes.....	34
2.3. Relation poisson-otolithe.....	35
3. Etude sclérochronologique.....	37
3.1. Validation de l'estimation de la croissance par l'Allongement Marginal.....	37
3.2. Estimation de l'âge.....	38
3.2.1. Lecture directe.....	38
3.2.2. Retro-calcul.....	40
3.2.2.1. Relation longueur totale - rayon total de l'otolithe.....	40
3.2.2.2. Clé âge-longueur.....	40
3.2.3. Détermination de l'âge par la méthode de Bhattacharya.....	41
4. Modélisation de la croissance.....	42
4.1. Croissance linéaire.....	42
4.1.1. Paramètres de croissance.....	42
4.1.1.1. Analyse des structures d'âge.....	42
4.1.1.3. Estimation de K et t_0	43
4.1.2. Choix des paramètres.....	44
4.1.3. Taux de croissance absolue.....	45
4.2. Croissance relative.....	45
4.2.1. Relations biométriques.....	45
4.2.2. Relation taille-poids.....	46
4.3. Croissance pondérale.....	47
5. Comparaison des résultats.....	48
Conclusion.....	51

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Figure 1 - Carte du bassin algérien.....	10
Figure 2 - Morphologie générale de <i>Lithognathus mormyrus</i>	13
Figure 3 - Répartition géographique de <i>L. mormyrus</i>	15
Figure 4 - Les différentes mensurations effectuées.....	18
Figure 5 - Position des otolithes à l'intérieur de l'oreille interne des poissons Téléostéens, vue dorsale.	19
Figure 6 - Eppendorfs pour le stockage des pièces calcifiées.	19
Figure 7 - Balance de précision.	20
Figure 8 - Système d'observation des otolithes.....	20
Figure 9 - Les mensurations effectuées sur l'otolithe.	21
Figure 10 - Otolithe entier de <i>Lithognathus mormyrus</i>	23
Figure 11 - Observation des stries et données sur l'otolithe permettant de calculer l'Allongement Marginale (A.M.).	24
Figure 12 - Les différents types de gonades observés chez <i>L. mormyrus</i>	32
Figure 13 - Distribution des fréquences de taille chez <i>L. mormyrus</i>	33
Figure 14 - Nomenclature de la morphologie des <i>sagitta</i> de <i>L. mormyrus</i>	34
Figure 15 - Morphologie des otolithes de <i>L. mormyrus</i> à différentes tailles.....	34
Figure 16 - Allongement marginale moyen des otolithes de <i>L. mormyrus</i>	37
Figure 17 - Les clés âges-longueurs obtenues par lecture direct des otolithes.....	39
Figure 18 - Décomposition en groupes d'âges (méthode de Bhattacharya, FISAT II).	41
Figure 19 : Détermination de L_{∞} et Z/K pour les mâles et les femelles.....	42
Figure 20 - Détermination de L_{∞} et Z/K pour l'ensemble des individus.....	43
Figure 21 - Croissances linéaires théoriques de <i>L. mormyrus</i> (modèle de Von Bertalanffy).	44
Figure 22 - Courbes de croissance pondérale de <i>L. mormyrus</i> (modèle de Von Bertalanffy).	47
Figure 23 - Comparaison des courbes de croissance de <i>L. mormyrus</i> avec les études antérieures dans différentes régions géographiques.	50

Liste des tableaux

Tableau 1 - Répartition des effectifs en fonction des mois.....	18
Tableau 2 - Dénombrement de n zones translucides, y compris le bord.....	24
Tableau 3 - Paramètres des régressions linéaires ($Y=a.x+b$) entre WO, LO, LAO, LR et LAR des deux <i>Sagittae</i> de <i>L. mormyrus</i>	35
Tableau 4 - Résultats de l'analyse de covariance.....	35
Tableau 5 - Paramètres des régressions entre la longueur du poisson (L_T) et les différentes mensurations de l'otolithe chez <i>L. mormyrus</i>	36
Tableau 6 - Résultats de l'analyse de covariance.....	36
Tableau 7 - Allongement Marginal (A.M.) moyenne des otolithes de <i>L. mormyrus</i> de la région centre de la côte algérienne.....	37
Tableau 8 - Paramètres des distributions âge-longueur obtenues par le logiciel R.....	39
Tableau 9 - Paramètres des régressions linéaires entre de longueur totale de poisson et rayon total de l'otolithe <i>L. mormyrus</i>	40
Tableau 10 - Résultats de l'analyse de covariance.....	40
Tableau 11 - Paramètres de la distribution âge longueur obtenue par le logiciel R.....	40
Tableau 12 - Groupes d'âges obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967).....	41
Tableau 13 - Paramètres de croissance obtenus par Analyse de structures d'âge.....	42
Tableau 14 : Valeurs régionales de \emptyset' chez <i>L.mormyrus</i>	43
Tableau 15 - Les valeurs de K et t_0 obtenues par analyse de structure de taille.....	43
Tableau 16 - Longueurs moyennes théoriques de <i>L. mormyrus</i> (modèle de Von Bertalanffy) ...	44
Tableau 17 - Taux de croissance absolue selon l'âge et le sexe pour <i>L. mormyrus</i>	45
Tableau 18 - Paramètres des régressions entre la longueur du poisson (L_T) et les différentes mensurations chez <i>L. mormyrus</i>	45
Tableau 19 - Résultats de l'analyse de covariance.....	46
Tableau 20 - Paramètres de la régression linéaire entre $\log W_T/\log L_T$ chez <i>L. mormyrus</i>	46
Tableau 21 - Résultats de l'analyse de covariance.....	46
Tableau 22 - Paramètres de la relation taille-poids : $W_T = a. L_T^b$ chez <i>L. mormyrus</i> sur l'ensemble et par sexe.....	46
Tableau 23 - Correspondances âge-poids de <i>L. mormyrus</i>	47
Tableau 24 - Correspondance âge-taille moyenne chez le marbré dans différentes régions.	49
Tableau 25 - Paramètres du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy dans différentes régions.....	49
Tableau 26 - Relations taille-poids dans cette étude et dans différents travaux antérieurs.....	49

Introduction

L'halieutique a pour principal but, l'optimisation de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques, et particulièrement 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).

L'aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes est leur caractère auto renouvelable, cela signifie que si une ressource halieutique, ou toute autre ressource biologique auto-renouvelable est bien gérée, sa durée est quasiment illimitée, contrairement à ce qui se passe avec les ressources minérales.

Du fait de sa position dans le bassin méditerranéen, avec plus de 1200 Km de côte, l'Algérie tente de développer l'exploitation de ses ressources halieutiques, considérées comme un élément essentiel du développement. Il est donc indispensable de mener des études permettant la connaissance aussi précise que possible des stocks marins exploitables. Parmi les poissons offrant un intérêt économique et des possibilités d'exploitation, on trouve les Sparidés qui occupent une place considérable en méditerranée. Cette famille est très importantes dont les captures ont dépassés les 1935 tonnes en 2010 (MPRH, 2010) est très prisée en Algérie, de part valeur nutritionnelle que commerciale. Parmi les espèces des Sparidés les moins représentés dans les débarquements algériennes, on trouve la daurade marbrée, *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758), qui fait l'objet de la présente étude.

Le présent travail est une contribution à la connaissance du marbré *Lithognathus mormyrus* dans la région centre algérienne ; l'estimation de l'âge et la croissance de cette espèce, et l'étude de morphométrie des otolithes par analyse d'images assistée par ordinateur.

Le traitement d'images numériques a d'abord été perçu comme un outil d'aide à la lecture (Panfili 1992), mais de plus en plus les laboratoires spécialisés dans les suivis de pêcheries envisagent de l'utiliser comme un outil de lecture automatique.

L'estimation de l'âge et de la croissance des poissons constitue une problématique majeure pour de nombreuses applications en halieutique et de dynamique de populations aquatiques. Elle repose principalement sur l'interprétation de pièces calcifiées, notamment les otolithes. Pour le marbré quelques rares travaux dans le domaine de la croissance et l'estimation de l'âge peuvent être cités notamment ceux de Kallianiotis *et al.* (2005) qui ont aussi traité de sa biologie.

L'étude de la morphométrie des otolithes est incluse dans plusieurs domaine d'halieutique ; les océanographes ichtyologistes ont pu déterminer les espèces de poissons à partir des otolithes retrouvés dans les sédiments (Fich, 1964 et 1968). Trippel et Beamish (1987 *in* James *et al.*, 2000) ont identifié l'espèce poisson-proie à partir des otolithes prélevés dans les contenus stomacaux des

poissons piscivores . La morphométrie des otolithes du marbré est très peu étudiée mais on peut saisir le travail de Tuncay *et al.*,(2000) qui ont mené une étude systématique sur les caractéristiques des otolithes de certaines Sparidés dans la baie d'Izmir en mer Égée .

Dans le cadre de nos investigations, selon les moyens et le temps mis à notre disposition, nous avons réparti cette étude en trois chapitres :

Le premier chapitre présentera brièvement l'espèce étudiée la zone d'étude sous forme d'une synthèse bibliographique des travaux effectués dans cette zone par différents auteurs.

Le second chapitre présentera l'échantillonnage et les travaux effectués au laboratoire, ainsi que les méthodes d'étude.

Le dernier chapitre est partagé en deux parties ; la première présentera les résultats de l'étude morphométrique des otolithes par analyse des images, la deuxième partie s'intéressera à la détermination de l'âge ainsi qu'à la croissance linéaire et pondérale de cette espèce.

Chapitre I

Recherches bibliographiques

1. Données générales

1.1. Aperçu sur le bassin algérien

La côte algérienne s'étend sur 1280 km de Marsat Ben-Mhidi ou Ghazaouet ($35^{\circ} 11'38''\text{N } 1^{\circ} 51'37''\text{W}$) jusqu'à El-Kala ($36^{\circ} 53' 44'' \text{N } 8^{\circ} 26'36'' \text{E}$).

La superficie maritime sous juridiction nationale offre environ 10 millions d'hectares aux activités de pêche, mais la majeure partie de la flottille exploite seulement le plateau continental. Les bandes les plus larges se situent sur les côtés occidentale et orientale du littoral. Ces deux bandes sont séparées par une zone centrale où les aires de pêche sont limitées (Hemida, 2005). La côte algérienne se répartie en trois grands secteurs (Fig. 1) : l'Est regroupe Bejaïa, Jijel, Skikda et Annaba, le Centre, les régions de Zemmouri, Alger, Bouharoun et Cherchell. Mostaganem, Arzew, Oran, Beni-Saf et Ghazaouet sont dans secteur Ouest (Harchouche, 2006).

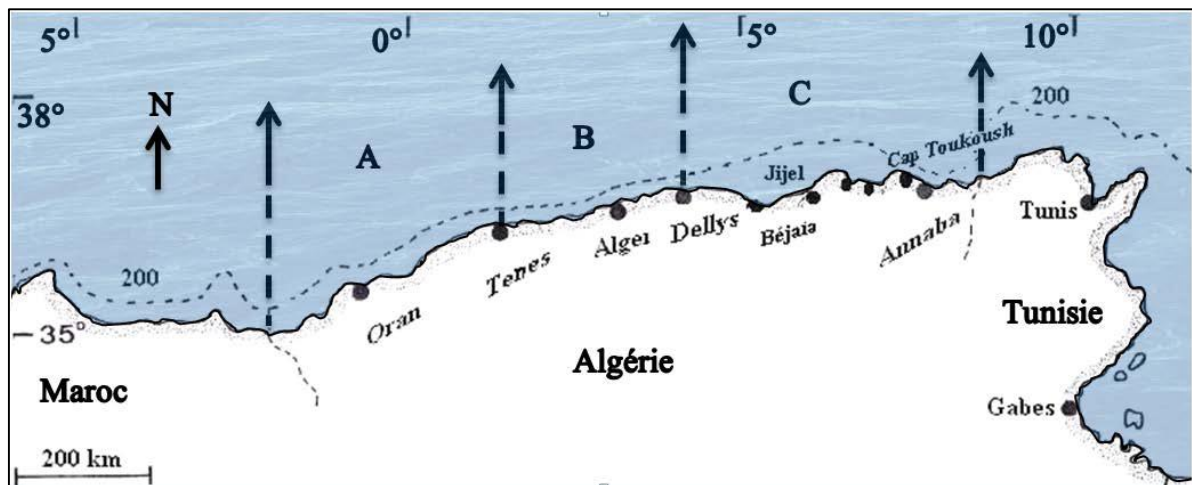


Figure 1 - Carte du bassin algérien (Hemida, 2005). A : région Ouest, B : région Centre, C : région Est.

1.2. La zone d'étude

Les échantillons de l'espèce étudiée proviennent du secteur central qui s'étend de Ténès à l'Ouest jusqu'à Dellys à l'Est, cette zone comprend trois baies :

- La baie d'Alger au Centre
- La baie de Bou-Ismaïl à l'Ouest
- La baie de Zemmouri à l'Est

1.2.1. La baie de Zemmouri

La baie de Zemmouri se situe à l'Est d'Alger, elle est délimitée par le Cap Djinet à l'Est et à l'Ouest par le Cap Matifou. À l'Est du Cap Matifou et de son promontoire sous-marin, le banc de Matifou, le plateau, après une brusque extension devient exigu au droit des îles Sandja, le littoral décrit ensuite, une baie très ouverte, la baie de Zemmouri El Bahri et la pente s'élargit à nouveau. Dans cette région, le plateau algérois, de pente régulière, constitue une zone du pré-continent très

sinueuse. La morphologie côtière est marquée par une succession de plages et de dunes (Boufersaoui, 2012).

Le réseau hydrographique actuel qui s'y déverse est constitué principalement d'Oued Isser. Le climat est humide, la moyenne annuelle des précipitations est de 6.14 mm en été et de 102 à 123 mm entre novembre et février (Tazerouti, 2007). Le régime des vents est changeant suivant les saisons, des vents Ouest, Nord-Est et Sud, Sud-Est prédominent d'octobre à avril ; des vents Nord-Est et Sud-Est le reste de l'année.

La température moyenne des eaux est de 13° à 17°C en hiver et de 25° à 30°C en été. La salinité est comprise entre 36 et 37 PSU. Dans cette baie, la géomorphologie littorale montre une plateforme dont les sédiments sont variés. Maouche (1987) a défini trois faciès sédimentaires, dont la répartition de la côte vers le large est la suivante :

- faciès à sables et sable calcaréo-siliceux de la frange littorale.
- faciès à vases silico-calcaires à silico-argileuses à illites et à quartz,
- faciès à boues du talus supérieur particulièrement riches en foraminifères.

Entre ces principaux faciès, se trouvent des sédiments de transition : des vases calcaréo-argileuses ou silico-argileuses.

1.2.2. La baie d'Alger

La baie d'Alger s'étend sur une douzaine de km de Rais Hamidou (la Pointe Pescade) à l'Ouest, à Bordj El Bahri (Cap Matifou) à l'Est (Harchouche, 2006). Elle s'inscrit en creux dans la plaine de Mitidja de forme semi-circulaire d'une superficie approximative de l'ordre de 180km².

Au niveau de cette baie le fond est en pente douce uniforme, de l'isobathe 0 m à celui des 100 m, la distance séparant ces deux isobathes est d'environ 11, 112 km. Cette baie semi-circulaire est particulièrement exposée aux rejets urbains et industriels drainés par les eaux d'Oued El Harrach au centre et oued El Hamiz à l'Est.

La baie d'Alger est soumise à un climat méditerranéen, une saison relativement pluvieuse, froide pendant l'hiver, suivie d'une saison sèche et chaude pendant l'été. Les précipitations annuelles varient de 600 à 1000 mm. Le régime des vents est variable, des vents Nord, Nord-Est dominants pendant la période estivale, des vents Ouest et Nord-Ouest pendant l'hiver et des vents est constants durant toute l'année. La température de l'eau de surface fluctue entre 14° et 15°C en hiver et entre 23 °et 28°C en été. La salinité est comprise entre 36.82 et 37.29 P.S.U. (Seridji, 1989)

Trois principaux faciès sédimentaires sont observés, de la côte vers le large (Maouche 1987) :

- faciès sableux (à sablo-vaseux) entre 10 et 35 m de profondeur au droit des émissaires et au prolongement des caps.
- faciès carbonatés réduits aux bordures rocheuses littorales et aux hauts fonds rocheux de la baie.

- faciès pélagiques (vaso-sableux à vaseux) occupant la partie centrale de la baie dès 25 m de profondeur.

1.2.3. La baie de Bou-Ismaïl

La Baie de Bou-Ismaïl, anciennement appelée Castiglione, est l'une des plus importantes baies de la côte algérienne car elle abrite plusieurs ports d'importance économique notamment le port de Bouharoun. Cette baie se situe à 50 km à l'Ouest d'Alger dans la wilaya de Tipaza, entre 2°25' à l'Ouest et à 2°55' à l'Est. La baie est limitée par de la pointe de Cap Caxine (Ras Acrata) à l'Est de Sidi-Fredj, et par le Mont Chenoua (Raz-el Amouche) à l'Ouest, par la plaine de la Mitidja au Sud et la mer méditerranéenne au Nord. L'ouverture de la baie de Bou-Ismaïl est d'environ 40 Km, et s'oriente du Sud-Ouest au Nord-Est. Cette baie couvre une surface de l'ordre de 350 Km². (Braik, 1989, *in* Boufersaoui ,2012). La baie est le réceptacle d'oued à régime irrégulier : Mazafran, Nador et Béni-messous (Khaouni, 2003, *in* Boufersaoui ,2012).

Le plateau continental de la baie de Bou-Ismaïl, étant très étroit, atteint un maximum de 13 Km au niveau du mont Chenoua, et un minimum de 3 Km entre Sidi Fredj et Alger, couvrant une surface de 509 Km, dont 70% sont consacrés au chalutage (Chavance et Girardin, 1986, *in* Boufersaoui ,2012). La largeur moyenne du plateau continental est estimée au maximum à 55 Km. La moyenne des précipitations annuelles est de 650 mm. La baie de Bou-Ismaïl est exposée aux vents dominants et aux grosses tempêtes, des vents d'Ouest et Nord-Ouest durant la saison froide et des vents Est et Nord-est en été.

La température moyenne de l'eau est de 16°C en hiver et 25°C en été. Au large des côtes la salinité est comprise entre 36.5 et 37 PSU entre 0 à 100 m de profondeur et de 38 à 38.5 PSU entre 100 à 200 m de profondeur (Tazerouti, 2007).

La couverture sédimentaire est marquée par une répartition très hétérogène, caractérisée à l'Ouest par des dépôts essentiellement vaseux ; les sables grossiers prédominent à Bou-Ismaïl, les sables fins au niveau de la baie d'El Djamilia. La bordure rocheuse de Tipaza à Khemisti est constituée de grès calcaires et de débris de coquilles de mollusques et de tests d'échinodermes (Hemida ,2005) indique trois types de faciès dans cette baie :

-faciès à vase collante terrigène à *Pennatula* entre 200 et 400 m.

-faciès à vase plus ou moins argileuse à *Funiculines* et *Brissopsis lyrifera* entre 350 et 500 m.

-faciès vaseux à *Isidella* à partir de 500 m.

1.3. Présentation de l'espèce

L'espèce étudiée appartient à la famille des sparidés, selon Fisher *et al.*(1987), Cherabi (1987) et Froese et Pauly (2010), les sparidés ont un corps généralement ovale, haut et comprimé, la bouche est plus ou moins protractile et la région sous-orbitaire sans écailles, les joues sont écailleuses et

bord pré-operculaire lisse. La ligne latérale est bien distincte. La nageoire dorsale est unique avec 10 à 13 rayons épineux, les nageoires pectorales sont en forme de faucille, et la nageoire anale à 3 rayons épineux. Les dents sont hétéromorphes selon le type d'aliment, soit des incisives plates et coupantes, des canines en crocs ou des molaires arrondies en pavé ou de nombreuses petites dents pointues disposées en bande. Du point de vue biologique, l'hermaphrodisme est caractéristique chez cette famille. Suivant les espèces, il peut-être soit du type protogynique ou de type protandrique.

Fischer *et al.* (1987) décrivent *Lithognathus mormyrus* illustré dans la figure 2 comme étant une espèce de poisson avec un profil de la tête presque rectiligne à museau allongé et pointu ; un œil petit ; narine postérieure en fente, la bouche est basse, subhorizontale menée d'épaisses lèvres, ils ajoutent que notre espèce à un corps gris argenté, marbré par quatorze à quinze bandes noirâtres qui descendent verticalement du dos et dépassent de beaucoup la ligne latérale. Cette espèce à un corps assez élancé et comprimé ; la bouche est très protractile, à chaque mâchoire il y a des petites dents en bande en avant suivies de molaires en plusieurs rangées (Fig.2) (Bauchot et Pras, 1980). Le marbré mesure au maximum 55 cm, communément 20 à 40 cm. La ligne latérale est très marquée et bien visible. Les écailles sont cténoïdes



Figure 2 - Morphologie générale de *Lithognathus mormyrus*.

1.3.1. Position systématique

Les animaux ostéichtyens possèdent un squelette osseux, à l'opposé de celui des chondrichthyens qui est cartilagineux. Les téléostéens Percoides sont caractérisés entre autres, par une queue homocerque, des écailles minces cténoïdes, un appareil operculaire complet, des nageoires dorsales, ventrales, pelviennes et anales. L'espèce étudiée appartient à la famille des sparidés.

La position systématique de l'espèce étudiée est établie à partir de différents travaux notamment ceux de Dieuzeide *et al.*, (1955), Bauchot et Pras (1980) et Fischer *et al.*, (1987).

Embranchement : Vertébrés

Sous embranchement : Gnathostomes

Super classe : Poissons

Classe : Ostéichthyens

Sous classe : Acanthoptérygiens

Super ordre : Téléostéens

Ordre : Perciformes

Sous ordre : Percoïdes

Famille : Sparidés

Genre : *Lithognathus* Swainson, 1839

Espèce : *mormyrus* Linnaeus, 1758.

1.3.2. Noms vernaculaires

Les noms vernaculaires diffèrent d'une région à une autre et d'un pays à l'autre. Selon (Fisher *et al.*, 1987) et (Froese et Pauly, 2014) en France *L. mormyrus* est nommé daurade marbrée ou le marbré, en Espagne c'est Herrera, en Angleterre striped seabream, en Allemagne Marmorbrasse et en Italie on le nomme mormora.

En Algérie, dans la région algéroise le *Lithognathus mormyrus* est dit asskoum, menkous ou el marbre ou el marbré, à Annaba il est appelé kahli et à Oran c'est le marbré (Djabali *et al.*, 1993)

1.3.3. Étymologie

Du grec [lithos] = pierre et [gnathos] = mâchoire. Le nom scientifique du marbré vient donc de sa puissante mâchoire. Mormyre : genre de poissons du Nil, de la famille des ésoques (type brochet). Ce mot, d'origine grecque, désignait dans l'Antiquité un poisson de mer varié en couleur. On ignore complètement pourquoi ce nom a été donné, plus tard, à des poissons d'eau douce dont les teintes sont uniformes (Loir *et al.*, 1999).

1.3.4. Distribution géographique de l'espèce

Selon la distribution géographique illustrée par la figure 3, le marbré *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) fréquente l'Est de l'Atlantique le Golfe de Gascogne, le détroit de Gibraltar et la Méditerranée, la mer noire et la mer d'Azov au Cap de Bonne-Espérance, en Afrique du Sud et le canal du Mozambique. Également trouvé dans les îles Canaries, le Cap-Vert (Bauchot *et al.*, 1986), (Fisher *et al.*, 1987) et Madère (Wirtz *et al.*, 2008). Océan Indien occidental : la mer Rouge ; le sud du Mozambique au Cap de Bonne-Espérance ; dans l'Est de l'Afrique tropicale (Smith *et al.*, 1986).

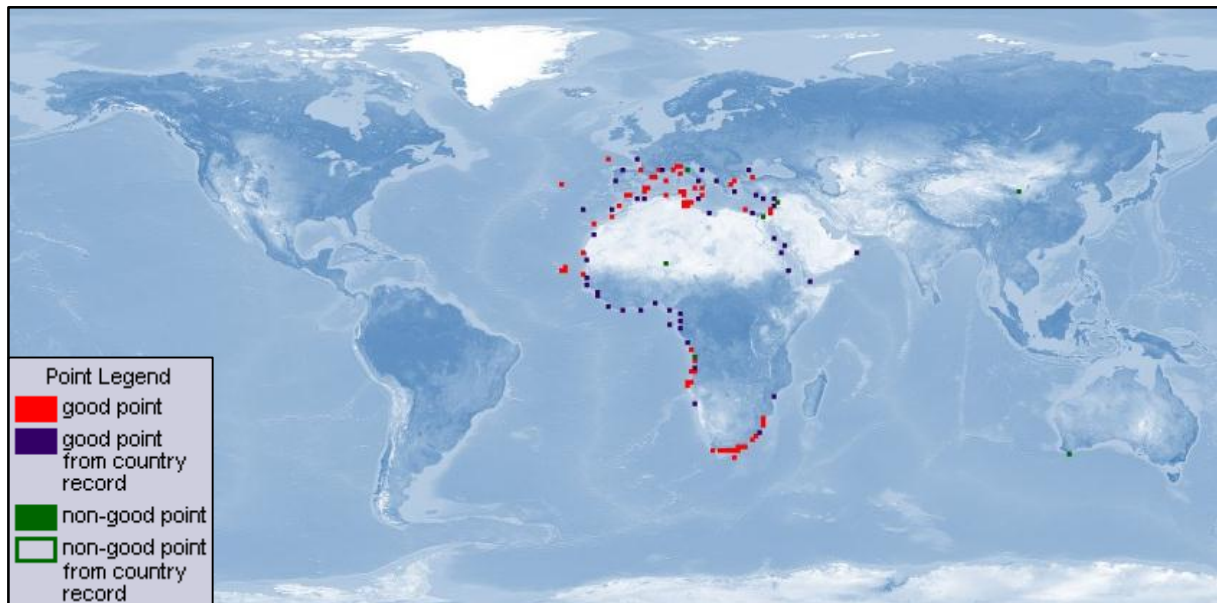


Figure 3 - Répartition géographique de *L. mormyrus* (Froese et Pauly, 2014).

1.3.5. Écologie de l'espèce

Selon Bauchot *et al.* (1990), Bergbauer *et al.* (2000), Fisher *et al.* (1987), Louisy (2002), Mojetta *et al.* (1995), Monteiro (1998), Smith (1986) et Wood (2003) le marbré est un poisson côtier des eaux chaudes et tempérées, il vit généralement sur les fonds sableux. Cette espèce peut aussi être rencontrée à proximité des rochers recouverts d'algues ou d'herbiers de posidonie, entre la surface et 80 m de profondeur. L'espèce s'approche des côtes sablonneuses à la saison chaude où elle peut être observée dans les zones plutôt agitées. Elle peut aussi être observée dans les estuaires, même si elle ne supporte pas de trop fortes dessalures. La daurade marbrée est un poisson excellent nageur, il se déplace rapidement.

L. Mormyrus est benthopélagique (nectodémersal), plutôt grégaire. Il n'est pas rare de croiser sur des zones sableuses de petits bancs de marbrés dans lesquels se mêlent des juvéniles du sar commun (*Diplodus sargus*), notamment dans les zones de balancement des vagues, où ils viennent chercher toutes proies susceptibles d'être désensablées du substrat par la force des vagues.

1.3.6. Biologie de l'espèce

1.3.6.1. Reproduction

selon les études qui sont faites par Loir *et al.* (1999) et Maître-Allain et Louisy (1990) sur la côte française et Fisher *et al.*, (1987), le marbré est un poisson hermaphrodite protandre ; les individus bisexués sont à prédominance mâle à la naissance puis s'inversent à la fin de leur vie.

Ces mêmes auteurs signalent que les larves restent dans le plancton durant environ un mois, avant de se métamorphoser et de rejoindre la côte et les fonds sableux de faible profondeur. Durant les mois de juillet et d'août, il est possible d'observer de très grands bancs de marbrés adultes en pleine eau, même si aucune étude n'a été menée à ce sujet, nous pouvons penser que ces

rassemblements de géniteurs potentiels ont à avoir avec la reproduction. D'ailleurs d'après nos observations, Il fraie de la fin du printemps (mai) à la fin de l'été.

1.3.6.2. Alimentation

D'après Fischer *et al.* (1987), *L. mormyrus* est un poisson carnivore qui fouille le sable ou le bord des herbiers, de jour comme de nuit, à la recherche de petits invertébrés (vers, crustacés, mollusques et oursins). Il broie ses proies grâce aux solides molaires qui tapissent l'intérieur de sa bouche (Mojetta *et al.*, 1995).

1.3.6.3. Pêche et utilisation

La pêche du marbré est semi industrielle en Adriatique et en Egypte, il est capturé par les sennes de plage, les sennes coulissantes, chaluts de fond et pélagiques, filets maillants et palangres de fond, nasses et lignes à main. Régulièrement présent sur la plupart des marchés, mais occasionnellement en Algérie et rarement en France, est commercialisé frais ou réfrigéré (Fisher *et al.*, 1987).

Chapitre II

Matériel et méthodes

1. Échantillonnage

L'échantillonnage que nous avons effectué a été possible grâce aux prises mises à terre par la flottille de pêche commerciale. Les prélèvements ont été réalisés durant la période comprise entre le mois de février et le mois d'août. Ces derniers proviennent de la baie de Bou-Ismaïl: port de Bouharoun et abri de pêche de Fouka Marine, baie d'Alger : poissonnerie d'Alger .

155 individus (27 kg) ont été échantillonnés ; Cependant pour avoir une étude complète sur un cycle biologique d'une année, des données personnelles de 410 individus (60 kg) ont été mises à notre disposition aimablement par notre encadreuse. Le calendrier des prélèvements est représenté dans le tableau 1 :

Tableau 1 - Répartition des effectifs en fonction des mois

Mois	Femelles	Mâles	Hermaphrodites	Indéterminés	Ensemble
Janvier	1	0	1	1	3
Février	9	4	5	0	18
Mars	25	9	6	4	44
Avril	10	4	9	5	28
Mai	11	9	4	3	27
Juin	60	38	35	15	148
Juillet	38	24	14	39	115
Aout	15	19	5	6	45
Septembre	26	21	6	30	83
Octobre	7	4	2	2	15
Novembre	6	4	0	2	12
Décembre	19	1	1	6	27
Ensemble	227	137	88	113	565

1. Traitement biologique des poissons

1.1. Mensurations et pesées

Les poissons sont traités à l'état frais pour les mensurations morphométrique, sinon congelés (à -18°C) pour prélever les otolithes ultérieurement.

Des mensurations (Fig. 4) sont effectuées sur chaque individu à l'aide d'un Ichthyomètre et d'un pied à coulisse, le poids total du poisson est relevé.

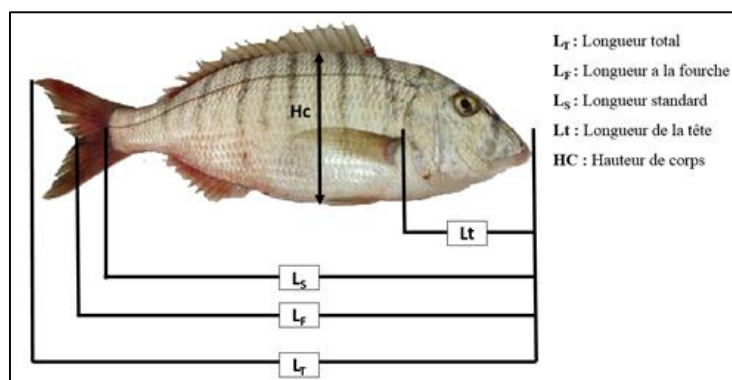


Figure 4 - Les différentes mensurations effectuées.

1.2. Détermination du sexe

Le sexe est déterminé après incision de la paroi de la cavité abdominale, l'ouverture se fait de l'anus jusqu'au niveau des nageoires pelviennes à proximité du museau. Les critères morphologiques sont définis d'après l'observation macroscopique des gonades (la coloration, la consistance, la forme et la vascularisation). Le marbré contient 3 types de gonades :

- Les ovaires (gonades des femelles) : sont des gonades convexes de couleur roses, la vascularisation se développe selon l'évolution des stades de maturité sexuelle.
- Les gonades mâles : sont des gonades filiformes de couleur blanches, aux stades de maturités sexuelle avancé, la vascularisation est peu abondante avec une faible consistance, par contre dans l'état jeune elle n'est pas apparente.
- Les gonades hermaphrodites : la gonade se compose en deux parties ovarienne et testiculaire, on peut remarquer la dominance de l'un des deux territoires, ou égalité entre les deux zones.

1.3. Prélèvement et conservation des otolithes

Les otolithes sont logés dans les capsules otiques des oreilles présentes dans le crâne, et plus précisément dans le labyrinthe membraneux. De chaque côté du crâne, il y a 3 types d'otolithes : la *sagitta*, le *lapillus*, l'*asteriscus* dans les 3 chambres otiques appelées respectivement : le *sacculus*, l'*utricle* et la *lagaena* (Fig.5). La *sagitta* a une taille beaucoup plus importante que celle des 2 autres otolithes Panfili *et al.* (2002 in Boufersaoui, 2014).

Les "*sagitta*" droite et gauche sont extraites par section du neurocrâne et des capsules otiques. Ces pièces osseuses sont lavées et nettoyées à l'eau puis conservées par paires, à sec, dans des microtubes type Eppendorf (Fig. 6).

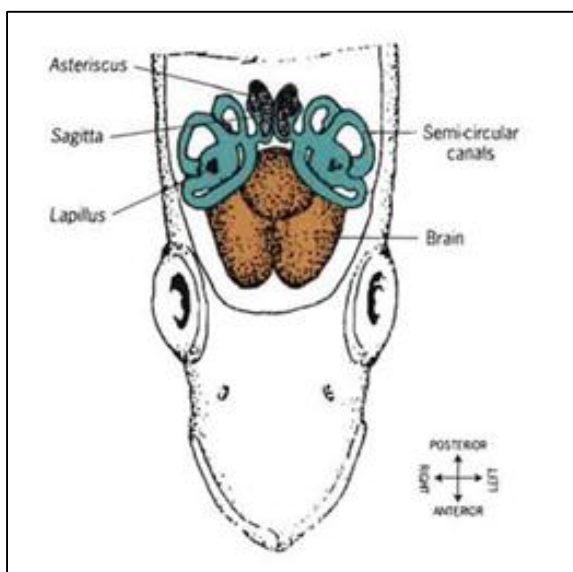


Figure 5 - Position des otolithes à l'intérieur de l'oreille interne des poissons Téléostéens, vue dorsale. (Panfili *et al.*, 2002).

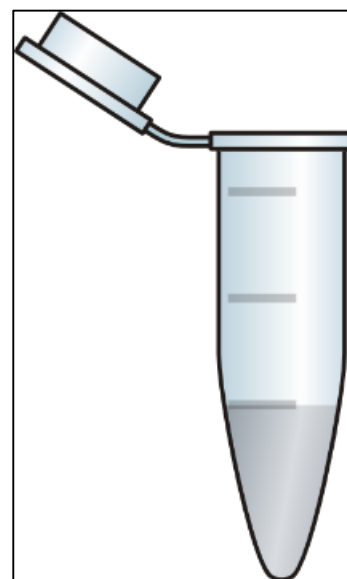


Figure 6 - Eppendorfs pour le stockage des pièces calcifiées.

2. Mensurations et pesée des otolithes

2.1. Pesées des otolithes

A fin de comparer entre les deux otolithes et d'établir la relation entre leur poids et la taille du poisson, les pesées des otolithes sont réalisées à l'aide d'une balance de précision (Fig.7) de l'ordre de 10^{-3} grammes, nous avons pesé séparément les otolithes gauche et droit.



Figure 7 - Balance de précision.

2.2. Système d'observation et de mensuration des otolithes

L'observation des préparations des pièces calcifiées peut être réalisée directement à partir d'une loupe binoculaire. Toutefois, avec les développements de l'imagerie, un logiciel de traitement numérique des pièces calcifiées (TNPC) par acquisition automatique a été développé au niveau de l'IFREMER (Mahé *et al.*, 2009).

Vu le coût financier élevé, ce système a été simplifié par Boufersaoui (2012) en un autre de moindre coût (Fig. 8), ce dernier est constitué d'une loupe binoculaire, et une caméra numérique (Oxyrian) qui s'adapte à l'oculaire de la loupe binoculaire et se relie par une prise USB à l'ordinateur. Le logiciel Future WinJoe est l'outil d'acquisition et l'archivage des photos. Le traitement des photos se fait par le logiciel TSVView.

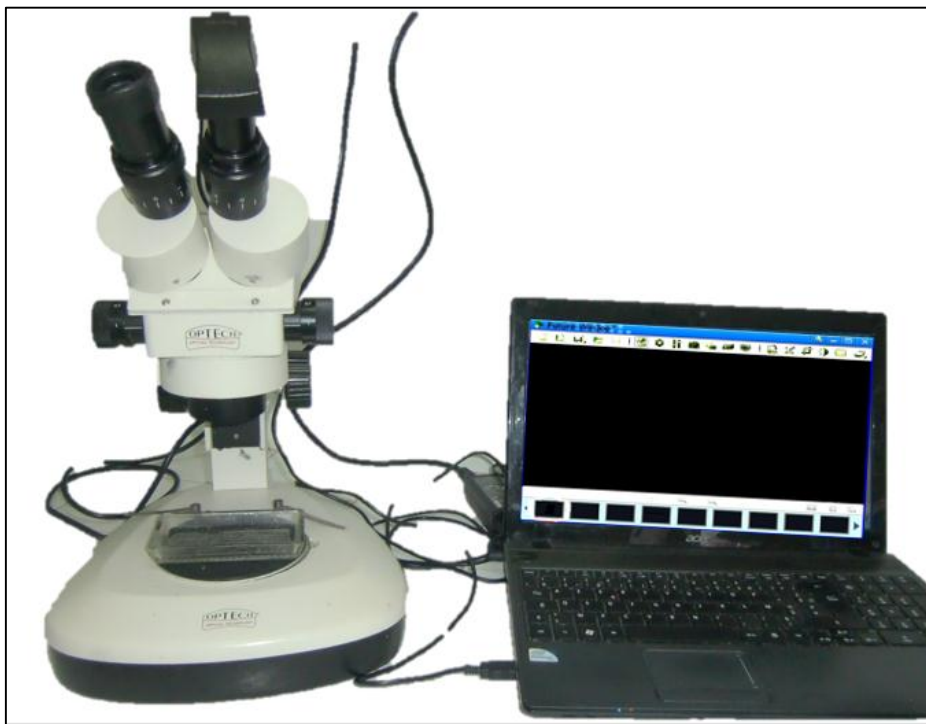


Figure 8 - Système d'observation des otolithes.

2.3. Mesures morphométriques des otolithes

Après l'étape d'archivage des images nous avons réalisés les mensurations illustrées par la figure 9. La longueur de l'otolithe (L_o) correspond à la plus grande distance reliant le bord antérieur et le bord postérieur de l'otolithe. La largeur de l'otolithe (L_{AO}) est la plus grande distance joignant le bord dorsal et le bord ventral. La longueur de rostre (L_R) est la distance qui débute à la premier déviation sur le bord dorsal de l'otolithe jusqu' à l'extrémité du bord extérieur. La largeur de rostre (L_{AR}) c'est la distance entre la partie dorsale et ventrale liant les deux extrémités du rostre.

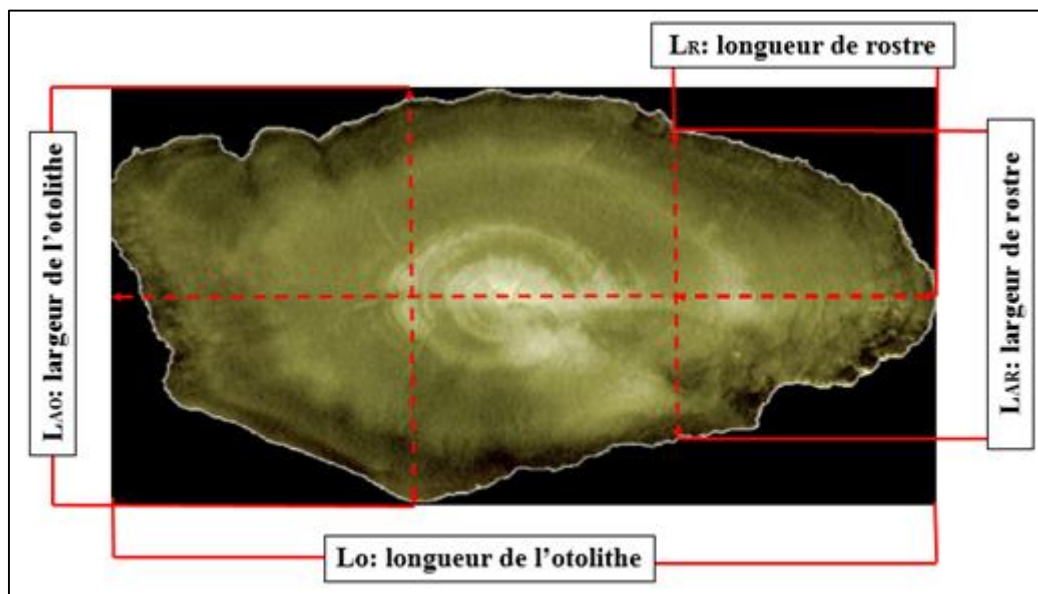


Figure 9 - Les mensurations effectuées sur l'otolithe.

3. Estimation de l'âge

L'estimation de l'âge est indispensable à l'étude de la biologie et de la dynamique des populations de poissons. Cette estimation forme la base pour des calculs menant à une connaissance de la croissance, de la mortalité, du recrutement et d'autres paramètres fondamentaux de leurs populations (Laurec et Le Guen (1981, *in* Mahé *et al.*, 2009).

Il existe 2 méthodes permettant l'évaluation de l'âge :

- Les méthodes dites directes sont basées sur l'étude des pièces osseuses (otolithes, écailles, vertèbres, rayons épineux, rayons épineux des nageoires, ... etc.) (*in* Hemida 1987).
- Les méthodes indirectes : basées sur l'étude des données de fréquence de tailles, telles que la méthode de (Pettersen, 1891 *in* Sparre et Venema, 1996), de (Bhattacharya, 1967, *in* sparre et Venema, 1996).

3.1. Détermination de l'âge par Otolithométrie

Grâce aux zones de croissance annuelles visibles dans les otolithes, il est possible de calculer l'âge d'un poisson, ces données sont utilisées pour déterminer la structure en groupes d'âge d'une population (Veen et Hoedemakers, 2005).

3.1.1. Préparation et méthodes d'observation des otolithes

L'espèce considérée, et la lisibilité des marques de croissance, différentes méthodes sont utilisées pour la lecture des otolithes :

- Meulage à plat : utilisation d'un petit tour pour le meulage des otolithes ainsi qu'une poudre abrasive fine pour les finitions.
- Coupes transversales : le principe de cette méthode est de casser les pièces osseuses puis meuler et bruler. Le plan de cassure doit passer par le nucleus.
- Les coupes en section transversale fines par la préparation des blocs de paraffine, après fixation sur un support. Grâce à l'appareil ISOMET, muni de deux lames circulaires diamantées, on peut effectuer en une seule coupe, une double section de l'otolithe au niveau du nucleus.
- Otolithes entiers : est généralement la méthode la plus utilisée, fiable et rapide, les otolithes sont placés dans un liquide mélange de glycérine alcool qui améliore l'observation et élimine les reflets après observés sous lumière réfléchie, à l'aide d'une loupe binoculaire, sur fond noir.

Dans cette étude nous avons retenu cette dernière méthode, en lien avec la lisibilité des otolithes de marbré.

3.1.2. Marques de croissance saisonnières

Selon Veen *et al.*, (2005) le constituant de l'otolithe est le calcaire (CaCO_3 : carbonate de calcium) sous forme de cristaux d'aragonite, incorporés dans une protéine fibreuse: l'otoline. L'otoline sert comme matrice pour la croissance des cristaux d'aragonite et se présente en section comme une configuration de bandes opaques et claires qui correspond à la croissance annuelle de l'otolithe.

La transparence des bandes est indicatrice des différences de vitesse de croissance : les bandes claires (Fig. 10) représentent les saisons où la croissance est rapide (l'été et l'automne).

La détermination de l'âge est effectuée en comptant les bandes opaques ou hyalines. Elle peut être compliquée par la présence de faux anneaux (Laloui, 1998).

Cependant, Cherabi (1987), note que des facteurs abiotiques (température, comportement trophique) et des facteurs biotiques (reproduction) peuvent engendrer la formation de faux anneaux de croissance.

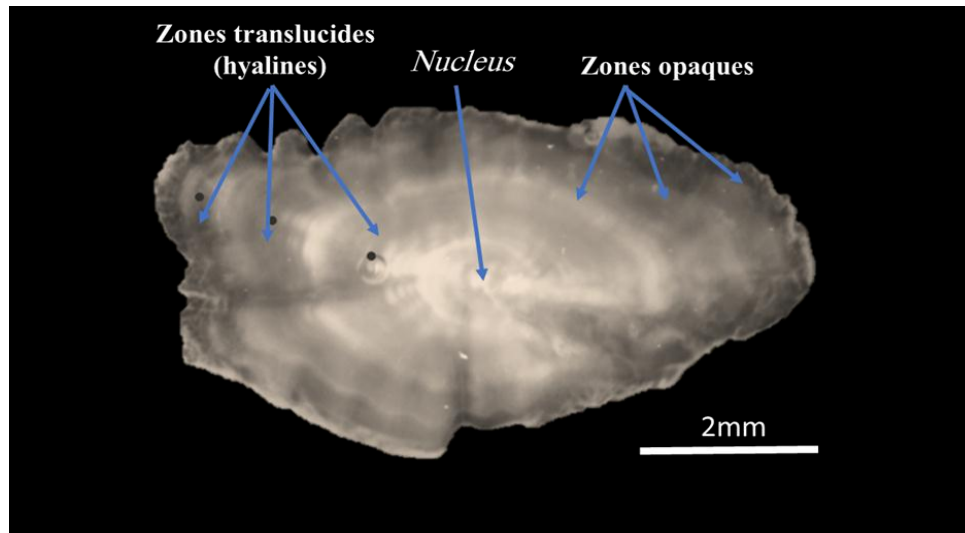


Figure 10 - Otolithe entier de *Lithognathus mormyrus*.

En général, la source de lumière utilisée dans la lecture des otolithes est blanche et froide. L'aspect des accroissements saisonniers va dépendre du type d'éclairage employé.

En lumière réfléchi (lumière arrivant sur le dessus de la pièce calcaire), les zones opaques de croissance rapide, apparaissent blanches, alors que les zones translucides (hyalines) de croissance lente, sont sombres.

En lumière transmise (lumière venant par le dessous) les contrastes lumineux de ces deux zones s'inversent : les zones opaques de croissance rapide en sombre et les translucides de croissance lente en clair (Mahé *et al.*, 2009).

3.1.3. Attribution d'un âge

Après avoir identifié toutes les marques de croissance de la pièce calcifiée, les informations suivantes sont nécessaires pour attribuer un âge à l'individu :

- la date de capture ;
- la date de naissance individuelle ;
- les marques de croissance considérées ;
- la nature du bord de la pièce calcifiée.

Par convention, la date de naissance est fixée au 1er janvier comme date de naissance pour tous les individus (Williams & Bedford, 1974, *in* Mahé *et al.*, 2009).

La période de reproduction se situant de mai (fin printemps) à septembre (début de l'automne), le centre de l'otolithe est composé de matière opaque correspondant à une zone de croissance autour du nucleus, du début de la vie du poisson jusqu'à la fin de l'automne ou début de l'hiver. Puis des matières translucides sont déposées durant l'hiver. L'estimation d'âge d'un individu peut être calculée à partir des tables de décision suivantes (Tab. 2. Bellail, 2005, *in* Mahé *et al.*, 2009).

Tableau 2 - Dénombrement de n zones translucides, y compris le bord
(Bellail, 2005, *in* Mahé *et al.*, 2009).

Nature du bord	Semestre 1	Semestre 2
Translucide large	Age = n	Age = n-1
Translucide étroit		
Opaque large	Age = n+1	Age = n
Opaque étroit		

3.1.4. Validation de l'estimation de l'âge

Selon Mahé *et al.* (2009) la périodicité d'apparition des anneaux de croissance sur les otolithes a été vérifiée en calculant l'accroissement entre la dernière et l'avant-dernière strie de croissance sur le bord d'une pièce calcifiée appelée aussi Allongement Marginal (A.M.) selon la formule :

$$AM = \frac{R_o - R_n}{R_n - R_{n-1}}$$

R_o : rayon de l'otolithe.

R_n : rayon du dernier anneau.

R_{n-1} : rayon de l'avant dernier anneau.

L'axe de mesure choisi et la description des marques utilisées doivent être rigoureusement standardisés (Mahé *et al.*, 2009 ; Panfili *et al.*, 2002) (Fig. 11).

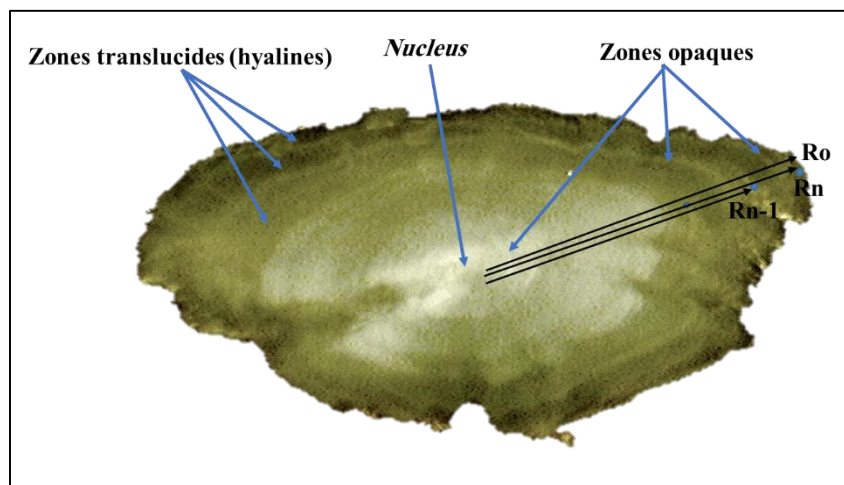


Figure 11- Observation des stries et données sur l'otolithe permettant de calculer l'Allongement Marginal (A.M.).

Le ralentissement de croissance hivernale correspond à la chute du rapport A.M puisqu' il se traduit par l'apparition d'un anneau marginal d'ordre n avec R_n qui tend vers R_o . Au moment de la formation de l'anneau, le rapport d'accroissement marginal tend vers zéro. A la reprise de la croissance la différence $R_o - R_n$ augmente progressivement entrainant une augmentation du rapport A.M (Harchouche, 1988).

3.1.5. Etude rétrospective de la taille (rétro-calcul)

La taille aux anneaux ou rétro-calcul est une méthode qui permet de calculer la taille du poisson au moment de la formation de l'anneau. La position de chaque anneau, déterminée par son rayon, indique la taille et l'âge du poisson. L'intérêt du rétro-calcul est non seulement l'augmentation du nombre de couples longueur-âge, notamment dans les petites classes d'âge faiblement représentées dans les échantillons, mais il donne également une idée sur les tailles moyennes des jeunes et affine celles des autres classes d'âge (Harchouche, 2006). Les tailles aux anneaux sont calculées rétrospectivement à l'aide de l'équation de Lee (1912, *in* Harchouche, 1988), car l'otolithe se formant après la naissance, le poisson juvénile possède une certaine taille b :

$$L_i = \frac{(L_T - b) R_n}{R_o} + b$$

L_i : longueur du poisson au moment de la formation de l'anneau i ,

L_T : longueur totale actuelle du poisson,

R_n : rayon de l'otolithe au $n^{\text{ième}}$ anneau,

R_o : rayon total de l'otolithe,

b : ordonnée à l'origine de la relation L_T en fonction de R_o .

L'ensemble des calculs est fait au moyen du logiciel R en utilisant les packages FSA (Derek H., *et al*) du code source ouvert du logiciel statistique R (R 3.0.2-A Langue Environnement ©2013).

3.2. Détermination de l'âge par les méthodes indirectes

3.2. Méthode de Bhattacharya

Cette méthode permet de décomposer une population en sous populations ou classes d'âge, reportées en droites de pentes négatives. Elle consiste à regrouper les données en classes d'égales amplitudes h et de point médian x , de sorte que deux points consécutifs ont comme point médian, $(x+h)$ (Sparre et Venema, 1996).

Nous établissons un graphique en portant pour chaque centre de classe x la quantité $\Delta \log_{10} y$ telle que :

$$\Delta \log_{10} y = \Delta \log_{10} y_{x+h} + \Delta \log_{10} y_{(x)}$$

$y(x+h)$: l'effectif de la classe $x+h$, $y(x)$: l'effectif de la classe x Cette méthode est appelée également méthode des différences logarithmiques, elle transforme la gaussienne en une droite de pente négative.

La moyenne est calculée par la formule : $m = \lambda + (h/2)$

Avec ; λ : intersection avec l'axe des x .

$(h/2)$: correction de regroupement.

Le programme informatique FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005) permet de déterminer directement la clé âge-longueur.

4. Étude de croissance

Comme le mentionne Mouhoub (1986), la croissance des poissons peut être décrite par différentes modèles mathématique : Gompertz (1825), Verhalust (1845), von Bertalanffy (1934). Le principe de base consiste à rechercher la fonction la plus simple qui s'ajuste le mieux aux points expérimentaux. Lasserre (1979, *in* Harchouche, 1988), distingue deux éventualités :

- toutes les classes d'âges sont accessibles ; ce cas est rare car il suppose l'absence de contrainte d'échantillonnage. Le modèle de Gompertz serait un exemple d'application pour l'étude de la croissance descriptive.

- l'échantillonnage ne porte que sur une partie de classe de taille ; ce cas est plus fréquent et concerne la plus part des espèces exploitées. Le modèle le plus couramment utilisé est alors celui de Von Bertalanffy (1934).

Les résultats de la comparaison entre les modèles de von Bertalanffy et Gompertz effectués par Garcia et Lereste (1981) prouvent que le premier est le plus couramment utilisé en biologie des pêches.

4.2. Croissance linéaire

Le modèle mathématique de croissance individuelle élaboré par von Bertalanffy (1934) envisage la longueur corporelle en fonction de l'âge (Sparre et Venema, 1996).

Ce modèle est représenté par l'équation :

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

L_t : Longueur du poisson au temps t

K : Coefficient de croissance

L_{∞} : Longueur asymptotique quand t tend vers l'infini (taille asymptotique du poisson)

t_0 , appelé «paramètre de condition initial», détermine le point du temps ou le poisson à une longueur zéro. D'un point de vue biologique, cela n'a pas de sens, étant donné que la croissance commence à l'éclosion lorsque la larve a déjà une certaine longueur (Sparre et Venema, 1996).

4.2.1. Détermination des paramètres de croissance

4.2.1.1. Analyse des structures d'âge

L'analyse des structures d'âge basé sur une transformation linéaire du modèle et supposent la connaissance des longueurs atteintes par le poisson à différents âges séparés par un intervalle de temps constant.

L'ensemble des calculs est fait au moyen du logiciel R en utilisant les packages fishmethods (Gary A.) du code source ouvert du logiciel statistique R (R 3.0.2-A Langue Environnement ©2013).

4.2.1.2. Analyse des structures de taille

Cette méthode est particulièrement utilisée dans le cas où il n'y a pas d'information sur l'âge caractérisant le stock des poissons étudiés.

4.2.1.2.1. Méthode de Powell (1979) – Wetherall (1986)

La méthode de Powell (1979), dont les travaux ont été réalisés par Wetherall et *al.* (1986) qui ont développé une démarche mathématique rigoureuse pour l'estimation de L_∞ et de Z/K à partir des fréquences de longueur représentatives d'une population en équilibre. Cette technique analyse donc les structures de taille, c'est-à-dire qu'elle ne nécessite pas d'informations sur l'âge (*in* Hemida, 2005). Cette méthode propose une application de l'équation de Beverton et Holt (1956) :

$$Z = K * \frac{L_\infty - L_m}{L_m - L'}$$

L_m : la longueur moyenne des poissons de longueur L' et plus

L' : la longueur au-delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités.

Une série de manipulation algébrique montre que l'équation de Beverton et Holt (1956) est équivalente à : $L_m - L' = a + b L'$ $Z/K = -(1+b)/b$ $L_\infty = -a/b$

Ainsi, en portant sur un graphique $L_m - L'$ en fonction de L' , on obtient une régression linéaire à partir de laquelle on peut estimer a et b et par conséquent L_∞ et Z/K (Sparre et Venema, 1996).

Les calculs sont effectués par le logiciel FISAT II, version 1.2.0 (Gayaniilo *et al.*, 2003). Dans le menu « Asses », on sélectionne " Direct Fit of L/F data" ; puis l'option : " Powell- Wetherall's Plot ».

4.2.1.3. Estimation de K

La détermination de K peut se faire en utilisant l'équation de Pauly et Munro (1984) :

$$\emptyset' = \text{Log } K + 2 \text{ log } L_\infty$$

\emptyset' : exprime la vitesse de croissance.

Le calcul des différents \emptyset' de la région d'étude ou des régions avoisinantes permet donc d'estimer K par l'équation :

$$\text{Log } K = \emptyset' \text{ moy} - 2 \text{ Log } L_\infty$$

$\emptyset' \text{ moy}$: valeur moyenne des \emptyset' obtenus pour une même espèce.

4.2.1.4. Estimation de t_0

Connaissant L_∞ et K , l'estimation du paramètre t_0 est obtenue à partir de l'expression empirique de Pauly (1980 *in* Pauly, 1985) :

$$\text{Log}_{10}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \text{ Log}_{10} L_\infty - 1.038 \text{ Log}_{10} K$$

4.2.2. Taux de croissance absolue

Le taux de croissance absolue à chaque âge (G_x , en cm.an^{-1}) permet d'évaluer le taux de croissance en longueur $L(x)$ pour chaque groupe d'âge selon la formule (Stevenson et Campana, 1992, *in* Boufersaoui, 2014)

$$G_x = K (L_\infty - L_x)$$

L_x est la longueur théorique ajusté par le modèle à un âge x .

4.3. Croissance relative

Certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps d'un même individu peuvent être formulées en équations permettant de comparer leur croissance et de passer d'une dimension à une autre. De même, à partir de la relation taille-poids et de la croissance en longueur, il est possible d'estimer la croissance pondérale chez les poissons.

4.3.1. Relations biométriques

Le but de cette étude de la biométrie est de disposer de ces relations afin d'établir la croissance relative à partir de la croissance linéaire.

À partir des mensurations effectuées, nous avons utilisé un ajustement de type moindre carré pour le calcul de la droite de régression, les variables mises en jeu sont :

- la longueur totale (L_T) et la longueur standard (L_S),
- la longueur totale (L_T) et la hauteur du corps (H_C),
- la longueur totale (L_T) et la longueur de tête (L_t).

4.3.2. Relation taille-poids

La relation taille-poids du poisson est donnée par l'expression $W = a L_T^b$, où W est le poids, L_T la longueur totale, a est une constante fonction des unités utilisées et b représente le coefficient d'allométrie. Par une transformation logarithmique, l'équation linéarisée se présente sous la forme:

$$\text{Log } W_T = b \text{ Log } L_T + \text{Log } a$$

Suivant la valeur de b , trois cas se présentent :

$b = 3$, isométrie ; le poids et la taille ont le même taux de croissance.

$b < 3$, l'allométrie est minorante ; le poids croît relativement moins vite que la longueur.

$b > 3$, l'allométrie est majorante ; le poids croît plus vite que la taille de l'individu.

4.4. Croissance pondérale

À partir de la relation taille-poids et connaissant la longueur asymptotique il est possible de calculer le poids asymptotique correspondant :

$$W_t = a L_t^b \Rightarrow W_\infty = a L_\infty^b$$

Et à partir de l'équation de la croissance linéaire de von Bertalanffy : $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$

L'équation de croissance pondérale s'écrit comme suite :

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

5. Analyse statistiques

5.2. Test ANCOVA

Selon Scherrer (2007), L'analyse de covariance (ANCOVA) procède à la fois de l'analyse de variance et de la régression linéaire simple. Vue de la manière la plus générale possible, c'est une méthode qui permet de modéliser ensemble les influences d'une variable qualitative multi classe (critère de classification) et d'une variable quantitative sur une variable dépendante quantitative. Ce type d'analyse a été utilisé pour tester les relations entre le poids de l'otolithe (W_0) ou le rayon de l'otolithe (R_0) et la longueur totale (L_T) selon le sexe (mâle/femelle) et selon le côté de l'oreille interne (gauche/droit).

De même, Pour comparer les droites de régression entre les différentes mensurations sur les poissons avec la longueur de celui-ci. Les paramètres sont transformés en logarithme lorsqu'il s'agit du poids. Ainsi, $\log W_T / \log L_T$ ont été testés pour identifier la significativité des différences entre les pentes et les ordonnées à l'origine entre les mâles et les femelles.

Ce test statistique est fait au moyen du logiciel R en utilisant les packages `sp` (Edzer P.) et `HH` (Richard M.) du code source ouvert du logiciel statistique R (R 3.0.2-A Langue Environnement ©2013).

5.3. Comparaison des pentes

L'application du test t et la comparaison de la pente à la valeur théorique de 3 décident le rythme de croissance.

$$t = \frac{b - 3}{SE(b)}$$

Avec b : pente de la droite et $SE(b)$: erreur standard de la pente.

- Si $t < 1,96$: il y a isométrie, la masse croît proportionnellement au cube de la longueur.
- Si $t \geq 1,96$: il y a allométrie.

Suivant la valeur de la pente de la droite b , deux éventualités se présentent :

- Si $b > 3$: il y a allométrie majorante, la masse croît proportionnellement plus vite que le cube de la longueur.
- Si $b < 3$: il y a allométrie minorante, la masse croît proportionnellement moins vite que le cube de la longueur.

5.4. Aperçu sur logiciel R

Le logiciel R est un logiciel de développement scientifique spécialisé dans le calcul et l'analyse statistique, le R créé par Ihaka et Gentleman en 2002 (Chiquet, 2012). Il est à la fois un langage informatique et un environnement de travail : les commandes sont exécutées grâce à des instructions codées dans un langage relativement simple, les résultats sont cèleris sous forme de texte et les graphiques sont visualises directement dans une fenêtre qui leur est propre (Chiquet, 2012).

On utilise le R car est un logiciel gratuit et à code source ouvert, et en plus le R est un logiciel dans lequel de nombreuses techniques statistiques modernes et classiques ont été implémentées. Les méthodes les plus courantes permettant de réaliser une analyse statistique telles que :

- statistique descriptive.
- tests d'hypothèses.
- analyse de la variance.
- méthodes de régression linéaire (simple et multiple).

Chapitre III

Résultats et discussions

1. Analyse des distributions des fréquences de taille

Comme chez le pageot blanc *Pagellus acarne* (Risso, 1826), il a été constaté la présence de trois types de gonades (Boufersaoui, 2012) pour l'espèce *L. mormyrus*.

Des gonades femelles : ovaires bien distinct macroscopiquement, avec aucun signe de la présence de tissu testiculaire, les individus qui possèdent ce type de gonade sont dits dans la suite des résultats femelles (Fig. 12-E). Les mâles à développement direct constituent le deuxième type de gonades, il s'agit de testicules blanchâtres en forme de lame de couteau (Fig. 12-D).

À côté de ces deux type de gonades, un certain nombre d'individus présentaient les deux territoires (femelle et mâle) adjacents l'un à l'autre. Selon la dominance de l'un ou de l'autre partie, nous distinguons trois stades (Fig. 12-A, B et C). Ils seront dit hermaphrodites.

Les individus indéterminés regroupes les spécimens dont le sexe n'a pas pu être élucidé de visu, soit parce qu'ils étaient immatures ou bien en mauvais état.

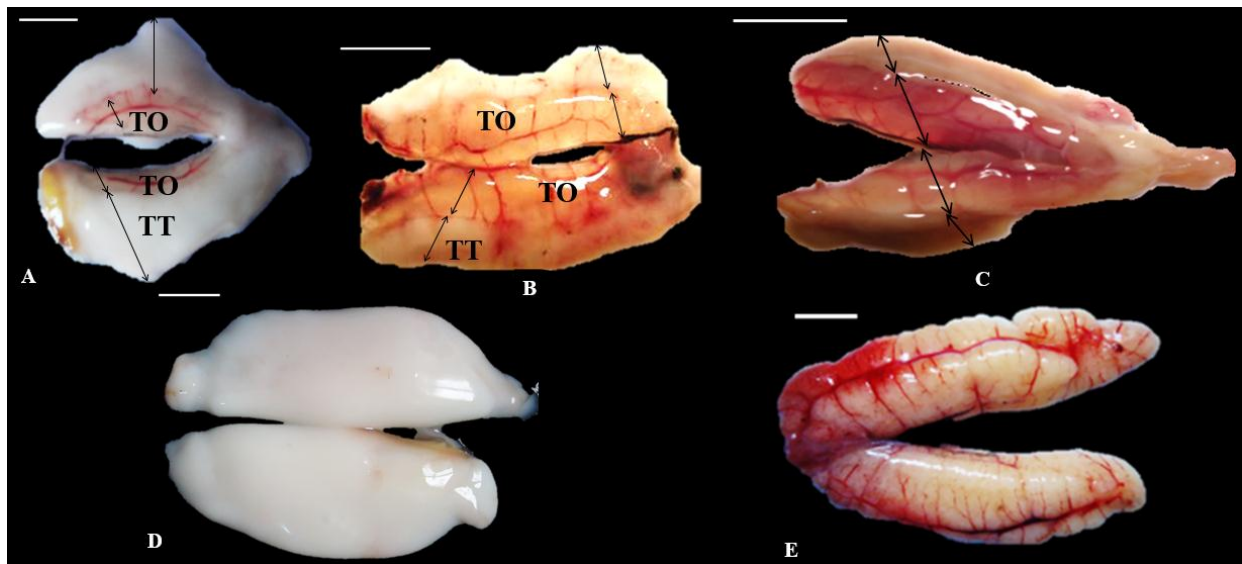


Figure 12 - Les différents types de gonades observés chez *L. mormyrus* (Boufersaoui, 2012)
TO : territoire ovarien, TT : territoire testiculaire

À partir des distributions de fréquences de taille de la figure 13 construite à partir du tableau A1 de l'annexe A, les résultats permettent de faire les remarques suivantes :

La taille observée des individus du marbré est comprise entre 11.2 et 36.7 cm, avec une moyenne de 21.13 cm ; les plus petits et les plus grands poissons sont les moins représentés ; les poissons les plus pêchés et mieux représentés s'échelonnent entre 17 et 25 cm, la valeur modale est égale à 23 cm.

Les femelles s'échelonnent entre 12.8 et 36.7 cm, elles ont pour mode une taille de 23 cm et une taille moyenne de 22.47 cm, elles sont plus abondantes dans les dernières classes de tailles (27-36 cm).

Pour les mâles, les tailles sont comprises entre 13.1 et 31.5 cm, pour une taille moyenne atteignant 20.85 cm et un mode de 23 cm, ils sont plus abondants que les femelles dans les premières classes de tailles (13-25 cm)

Les hermaphrodites sont présents presque tout au long de la gamme de taille échantillonnée (sont comprises entre 14 et 32 cm) avec une dominance dans les tailles moyennes avec une valeur modale de 22 cm.

Selon Arculeo *et al.*, (2000) les différences dans la distribution de fréquences pourraient être liées au caractère hermaphrodite protandrique de cette espèce ; les individus sont mâles au début de leur vie, et deviennent femelles en vieillissant.

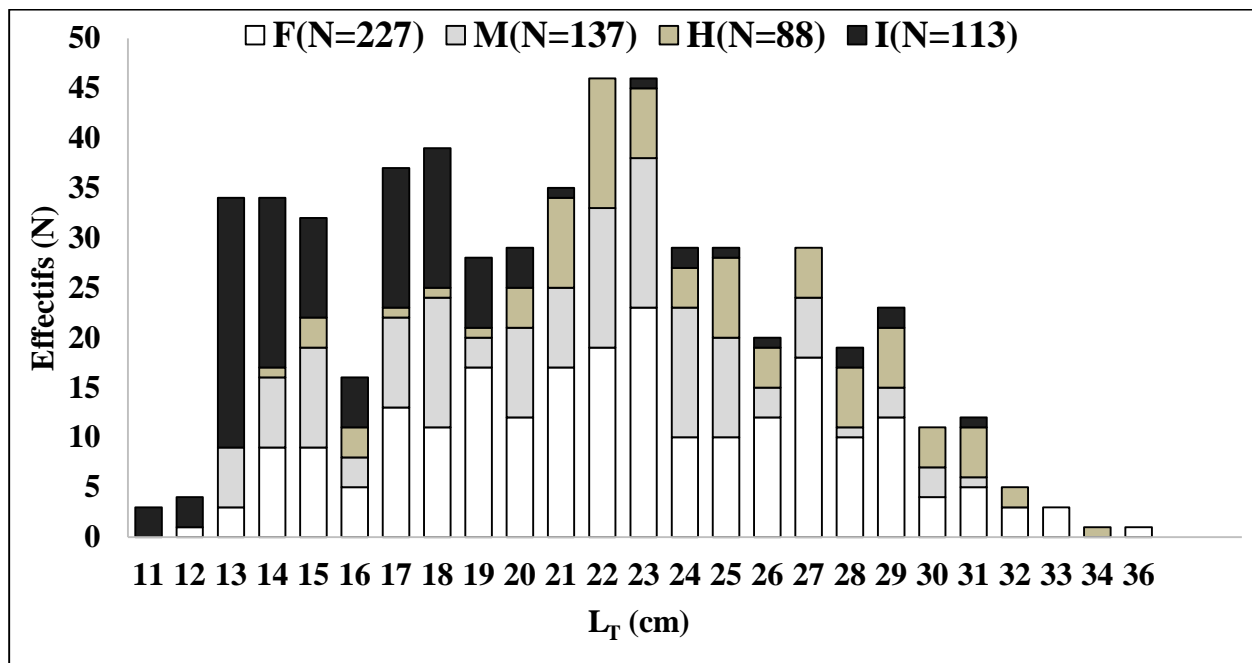


Figure 13 - Distribution des fréquences de taille chez *L. mormyrus*
Femelles (F). (M) Mâles. (H) Hermaphrodites. (I) Indéterminés (E) Ensemble

2. Etude morphométrique des otolithes

2.1. Description morphologique

Afin de décrire la morphologie des otolithes nous avons utilisé la nomenclature donnée par (Veen et Hoedemakers, 2005) (Fig.14). L'otolithe de *Lithognathus mormyrus* se présente sous la forme cubique, ovale et allongée. Le rostre est saillant et arrondi, l'antirostre est plat ou très légèrement arrondi. Le sillon est profond et le cauda est liée au bord ventrale d'une jointe. Les crêtes sont bien définies et la région dorsale est profonde et elle se situe le long de la cauda.

Chez les individus de petite taille, l'otolithe présente un rostre plus ou moins arrondi. À des tailles moyennes, l'otolithe est légèrement allongée au niveau de rostre, les bordures sont dentées. Pour les grandes tailles, l'otolithe est fortement allongée au niveau de rostre, ses crêtes sont bien définies avec un bord lobé (Fig. 15).

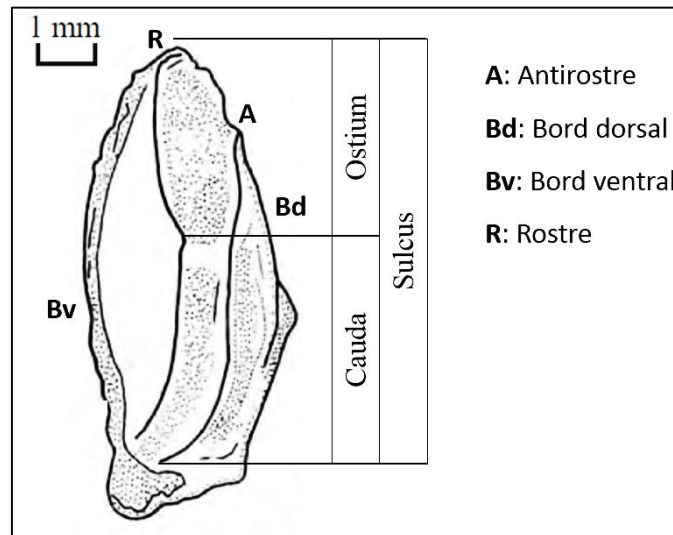


Figure 14 - Nomenclature de la morphologie des sagitta de *L. mormyrus* (Veen et Hoedemakers, 2005)

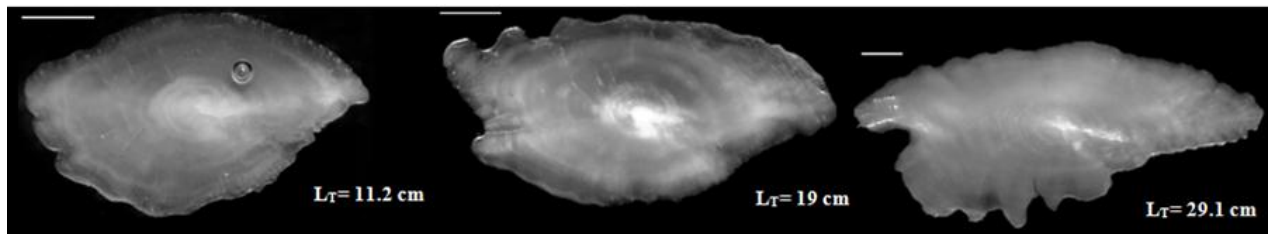


Figure 15 - Morphologie des otolithes de *L. mormyrus* à différentes tailles. Échelle = 1 mm

2.2. Etude de la symétrie des otolithes

La symétrie entre les otolithes droit et gauche des mêmes individus a été testée pour l'ensemble de 795 otolithes ; 397 otolithes de la côté droite et 398 otolithes de l'autre côté.

Comme le montrent les résultats du tableau 3, les coefficients de corrélation des droites de régression qui relient les paramètres étudiés des deux côtés sont significatifs ($p < 0,05$), les graphiques des régressions linéaires sont illustrés dans la figure B1 annexe B. L'analyse de la covariance (ANCOVA) a montré que il n'y a pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les moyennes en fonction du côté de l'otolithe et ce pour les cinq variables mesurées (Tab. 4). Aussi, le même test a permis de montrer que les pentes des droites de régression reliant la taille du poisson avec chaque mesure otolithométrique sont significativement similaires ($P > 0,05$) entre les deux côtés (droit et gauche). À partir de ces résultats, nous avons utilisé arbitrairement l'otolithe droit pour la suite de l'étude.

Tableau 3 - Paramètres des régressions linéaires ($Y=a.x+b$) entre WO, LO, LAO, LR et LAR des deux *Sagittae* de *L. mormyrus*. Significativité de la corrélation test au risque de 0.05.

Relations	a	b	r ²	P	S (<0.05)
WO _D -WO _G	0.973	8.10 ⁻⁴	0.958	2 10 ⁻¹⁶	S
LO _D -LO _G	0.976	0.147	0.981	2 10 ⁻¹⁶	S
LAO _D -LAO _G	0.937	0.204	0.933	2 10 ⁻¹⁶	S
LR _D -LR _G	0.886	0.135	0.819	6.7 10 ⁻¹²	S
LAR _D -LAR _G	0.925	0.097	0.769	2 10 ⁻¹⁶	S

WO : Poids de l'otolithe, LO : Longueur de l'otolithe, LAO : Largeur de l'otolithe, LR : Longueur du rostre, LAR : Largeur du rostre, D : Droite, G : Gauche. S : Significative

Tableau 4 - Résultats de l'analyse de covariance. La significativité testée au seuil de 5% (P<0.05).

Réponses	Réponse	P	Significativité
Différence de moyennes en fonction du côté de l'otolithe	WO _D -WO _G	0.7966	NS
	LO _D -LO _G	0.9304	NS
	LAO _D -LAO _G	0.8534	NS
	LR _D -LR _G	0.6229	NS
	LAR _D -LAR _G	0.8073	NS
Différence de pentes reliant des droites entre la taille de l'individu et les variables entre les deux côtés de l'otolithe.	WO _D -WO _G	0.4152	NS
	LO _D -LO _G	0.8028	NS
	LAO _D -LAO _G	0.7817	NS
	LR _D -LR _G	0.4430	NS
	LAR _D -LAR _G	0.5010	NS

WO : Poids de l'otolithe, LO : Longueur de l'otolithe, LAO : Largeur de l'otolithe, LR : Longueur du rostre, LAR : Largeur du rostre, D : Droite, G : Gauche. S : Significative, NS : Non Significative.

2.3. Relation poisson-otolithe

Après sélection des individus mâles et femelles uniquement. Nous avons étudiée la relation entre la longueur totale et les 4 mensurations linéaires et le poids de l'otolithe (WO), pour 252 individus de *L. mormyrus*.

Le tableau 5 montre les résultats de la régression linéaire (Figures B2, B3 et B4 annexe B) entre la longueur de poisson et les 5 paramètres étudiée pour l'ensemble d'individus et aussi pour les deux sexes. Il existe une corrélation positive et significative ($p < 0,05$) entre la longueur de poisson et les différents paramètres étudiés quel que soit le sexe ce qui indique une forte liaison positive entre ces derniers.

L'ANCOVA a montré que il n'y pas de différence significative entre les moyennes des quatre variables (WO, LO, LAO, LAR) en fonction du sexe (Tab. 6), ce résultat n'est pas valable pour la

longueur du rostre entre les deux sexes ; il y a une différence significative au niveau de la longueur de rostre entre les mâles et les femelles.

La comparaison des droites de régression des mâles et des femelles montre que leurs pentes des droites de régression reliant la taille du poisson aux mensurations otolithométriques ne diffèrent pas significativement (ANCOVA, $P > 0.05$) quel que soit le paramètre.

Tableau 5 - Paramètres des régressions entre la longueur du poisson (L_T) et les différentes mensurations de l'otolithe chez *L. mormyrus*. La significativité testée au seuil de 5% ($p < 0.05$).

Mensurations (X)	Sexe	a	b	r	P	S (<0.05)
$W_O = a L_T^b$	F	0.0002	1.677	0.924	$< 2.1 \times 10^{-16}$	S
	M	0.0002	1.547	0.918		
	E	0.0002	1.637	0.922		
$L_T = a L_O + b$	F	2.727	3.419	0.722	$< 2.1 \times 10^{-16}$	S
	M	2.118	7.217	0.588		
	E	2.523	4.742	0.683		
$L_T = a L_{AO} + b$	F	3.667	9.303	0.444	8.79×10^{-13}	S
	M	2.789	11.659	0.322		
	E	9.863	3.442	0.430		
$L_T = a L_R + b$	F	2.4807	17.362	0.315	4.07×10^{-08}	S
	M	2.709	15.620	0.370		
	E	2.604	16.618	0.335		
$L_T = a L_{AR} + b$	F	3.905	16.591	0.401	8.2×10^{-12}	S
	M	4.335	15.181	0.396		
	E	4.163	15.901	0.414		

WO : Poids de l'otolithe, LO : Longueur de l'otolithe, LAO : Largueur de l'otolithe, LR : Longueur du rostre, LAR : Largueur du rostre, D : Droite, G : Gauche. S : Significative

Tableau 6 - Résultats de l'analyse de covariance. La significativité testée au seuil de 5% ($p < 0.05$).

Réponses	Réponse	P	Significativité
Différence de moyennes en fonction du sexe	WO	0.114	NS
	LO	0.555	NS
	LAO	0.239	NS
	LR	0.023	S
	LAR	0.141	NS
Différence de pentes des droites entre la taille de l'individu et les variables entre des deux sexes	WO	0.211	NS
	LO	0.091	NS
	LAO	0.362	NS
	LR	0.810	NS
	LAR	0.739	NS

WO : Poids de l'otolithe, LO : Longueur de l'otolithe, LAO : Largueur de l'otolithe, LR : Longueur du rostre, LAR : Largueur du rostre, D : Droite, G : Gauche. NS : Non significative

3. Etude sclérochronologique

3.1. Validation de l'estimation de la croissance par l'Allongement Marginal

Chez *L. mormyrus* la période de formation de l'accroissement marginal de croissance se situe entre Juillet et Décembre (Tab.7, Fig. 16). À l'inverse, cette distance est ralentie à partir de Janvier jusqu'au mois de Juin, ce constat confirme l'identification des anneaux translucides comme marques hivernales et donc leur prise en compte comme marques annuelles dans l'estimation de l'âge.

Tableau 7 - Allongement Marginal (A.M.) moyenne des otolithes de *L. mormyrus* de la région centre de la côte algérienne.

Mois	Mois	A.M. Moyenne	N
Janvier	Janvier	0.59	2
Février	Février	0.45	16
Mars	Mars	0.50	28
Avril	Avril	0.53	19
Mai	Mai	0.50	23
Juin	Juin	0.46	128
Juillet	Juillet	0.52	74
Août	Aout	0.53	33
Septembre	Septembre	0.65	63
Octobre	Octobre	0.99	10
Novembre	Novembre	0.63	8
Décembre	Décembre	0.81	12

N : nombre des individus. A.M : allongement marginal

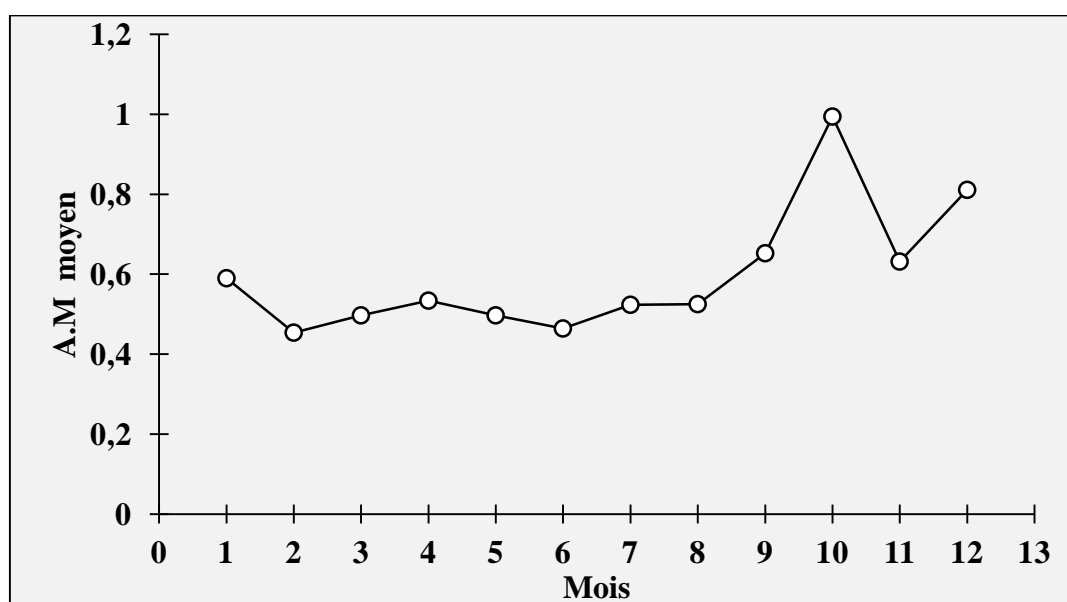


Figure 16 - Allongement marginale moyen des otolithes de *L. mormyrus*.

3.2. Estimation de l'âge

3.2.1. Lecture directe

Sur l'ensemble de 472 paires d'otolithes récoltés 416 ont été lisibles, ce qui traduit un taux de lisibilité de 88 %. La lisibilité des otolithes deviennent difficile dans le cas des grands individus ce qui justifie l'absence des grands individus par la lecture directe.

La clé âge-longueur obtenue par lecture directe des otolithes (Tableau A2 annexe A) indique cinq groupes d'âge pour l'ensemble ainsi pour les deux sexes ; les tailles des individus sont comprises entre 13.1 et 31.5 cm pour 101 mâles, 12.8 et 33.8 cm pour 156 femelles, et entre 11.2 et 38.8 cm pour l'ensemble des individus (mâles, femelles, hermaphrodites et indéterminés).

Le tableau 8 illustre les paramètres statistiques des clés âges longueurs obtenues par le logiciel R (Package FSA), ces dernier ont permis de tracer les graphes représentés dans la figure 17.

Le groupe d'âge le plus répandu pour les deux sexes est celui de 3 ans ; ainsi que pour l'ensemble des individus avec une taille moyenne de 23.04 ; pour les femelles, elle est de 23.1 et de l'ordre de 23.5 pour les mâles. La figure C de l'annexe C illustre les photos des otolithes aux différents groupes d'âges.

Tableau 8 - Paramètres des distributions âge-longueur obtenues par le logiciel R (Package FSA)

N : Nombre des individus, L_{Tmoy} : Longueur totale moyenne, L_{Tmin} : Longueur totale minimale, L_{Tmax} : Longueur totale maximale, SD : Standard de déviation (Ecart type).

Age	Ensemble					Femelles					Mâles				
	N	L_{Tmoy}	L_{Tmin}	L_{Tmax}	SD	N	L_{Tmoy}	L_{Tmin}	L_{Tmax}	SD	N	L_{Tmoy}	L_{Tmin}	L_{Tmax}	SD
I	84	15.52	11.2	22	2.31	17	15.7	12.8	19.8	2.2	17	16.4	13.6	20.4	2
II	117	19.63	12.4	29.1	3.89	38	20.8	14.7	29.1	3.6	33	20.2	13.1	27.5	3.6
III	125	23.04	14.9	32.9	3.55	62	23.1	17.2	32.9	3.3	34	23.5	14.9	31.5	3.9
IV	72	25.64	20.1	33.8	3.15	28	25.5	20.2	33.8	3.3	16	24.3	20.1	30	2.5
V	18	27.54	22.1	32.6	3.24	11	27.3	22.1	31.5	2.9	1	29.3	29.3	29.3	

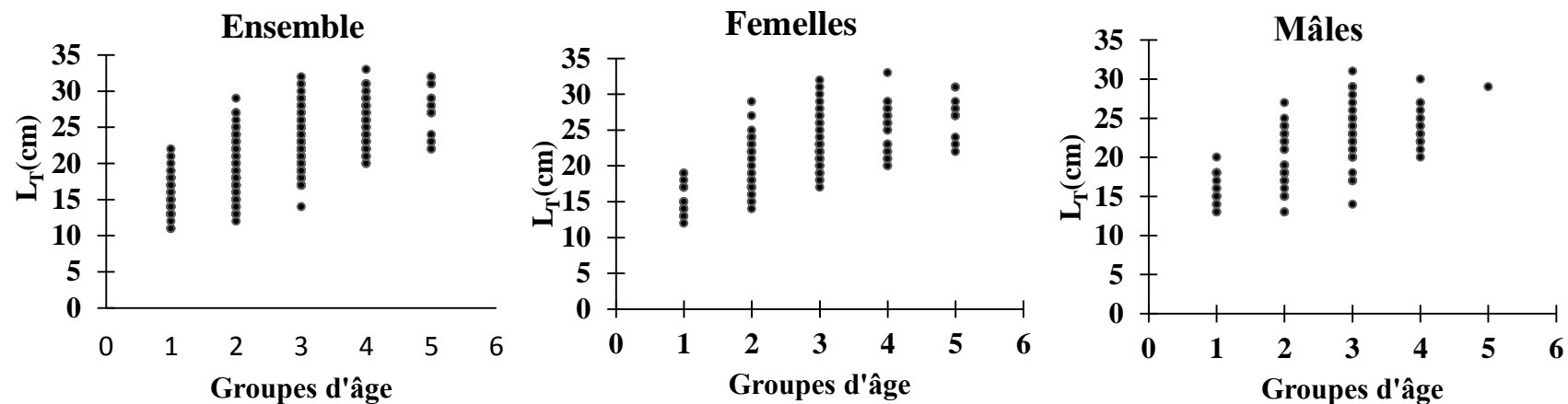


Figure 17 - Les clés âges-longueurs obtenues par lecture direct des otolithes.

3.2.2. Retro-calcul

3.2.2.1. Relation longueur totale - rayon total de l'otolithe

Comme le montrent les résultats du tableau 9, il y a une relation significative ($p < 0.05$) entre le rayon de l'otolithe et la taille individuelle. En comparant les sexes, l'ANCOVA montre que les pentes des deux variables sont identiques entre les mâles et les femelles (Tab. 10).

Les régressions linéaires sont illustrées dans la figure B5 de l'annexe B, les valeurs de b sont retenues pour être utilisées dans le calcul rétrospectif des tailles.

Tableau 9 - Paramètres des régressions linéaires entre de longueur totale de poisson et rayon total de l'otolithe *L. mormyrus*.

Mensurations (X)	Sexe	a	b	r	P	Test du r
$L_T = a Ro + b$	F	4.863	4.291	0.846	$< 2 \cdot 10^{-16}$	S
	M	4.242	6.479	0.801	$< 2 \cdot 10^{-16}$	S
	E	4.973	3.514	0.857	$< 2 \cdot 10^{-16}$	S

L_T : Longueur totale, Ro : Longueur de rayon de l'otolithe, S : Significative.

Tableau 10 - Résultats de l'analyse de covariance. La significativité testée au seuil de 5% ($p < 0.05$).

Réponses	P	Significativité
Différence de moyennes en fonction du sexe	0.8768	NS
Différence de pentes des droites entre les deux sexes	0.1342	NS

3.2.2.2. Clé âge-longueur

La clé âge longueur établie par retro-calcul a été effectuée pour l'ensemble de 416 otolithes ; 156 femelles, 101 mâles, 93 indéterminés, 66 hermaphrodites.

Le tableau 11 illustre les clés âges-longueurs obtenues par le logiciel R (Package FSA), ces dernières ont permis de désigner 5 groupes d'âges pour les femelles et l'ensemble des individus, 4 groupes d'âges pour les mâles.

Tableau 11 - Paramètres de la distribution âge longueur obtenue par le logiciel R (Package FSA)-retro-calcul.

GA	Ensemble					Femelles					Mâles				
	N	L_T moy	L_T min	L_T max	SD	N	L_T moy	L_T min	L_T max	SD	N	L_T moy	L_T min	L_T max	SD
1	416	12.7	8.6	19.6	1.8	156	12.7	9.5	18.3	1.6	101	12.8	9.1	18.8	1.7
2	328	17.9	11.5	24.4	2.4	132	17.8	12.2	24.3	2.3	83	18.1	12.3	23.6	2.3
3	195	22.1	15.9	29.7	2.7	97	21.6	15.9	29.7	2.7	43	22.5	17.7	27.4	2.6
4	53	25.2	20.2	31.5	2.3	29	25.1	21.4	22.1	2	7	25.7	20.2	31.5	3.3
5	10	27.8	22.6	31.7	2.5	8	27.4	22.6	31.7	2.7	-	-	-	-	-

N : Nombre des individus, L_T moy : Longueur totale moyenne, L_T min : Longueur totale minimale, L_T max : Longueur totale maximale, SD : déviation standard (Ecart type). GA : groupe d'âge

3.2.3. Détermination de l'âge par la méthode de Bhattacharya

La décomposition en cohortes de la méthode de Bhattacharya donne 6 groupes d'âge pour l'ensemble de population et 5 groupes d'âges pour les 2 sexes mâles et femelles (Fig. 18.Tab. 12) Selon Sparre et Venema (1996), les données d'entrée destinées à l'analyse de Bhattacharya sont fréquemment biaisées en raison de la sélectivité des engins de pêche et du recrutement, c'est-à-dire que les petits poissons sont sous-représentés dans les échantillons de fréquence, soit qu'ils s'échappent par les mailles des filets soit qu'ils n'aient pas encore migré des zones d'alevinage vers les zones de pêche.

En comparant les résultats de la clé âges-longueurs obtenues par les trois méthodes ; la lecture directe, retrocalcul et Bhattacharya, on remarque que les tailles moyennes sont proches entre elles. Le choix de la clé âges-longueurs s'est orientée à celle obtenue par la lecture directe, celle-ci servira comme données d'entrée du logiciel R (package fishmethods) pour l'obtention des paramètres de croissance de Von Bertalanffy.

Tableau 12 - Groupes d'âges obtenus par la méthode de Bhattacharya (1967)

Groupe Age	LT moyenne			Écart type			Effectifs			LT max-LT min (cm)		
	M	F	E	M	F	E	M	F	E	M	F	E
1	15	14.25	14.4	0.71	1.2	1.08	14	17	120	6.8	7	10.8
2	17.77	18.89	18.03	0.75	1.31	0.87	21	25	120	14.4	14.4	16.7
3	22.79	22.44	22.14	1.35	1.21	1.94	35	61	185	16.6	15.7	18
4	26.95	27.26	27.16	0.64	1.22	0.96	7	47	68	9.9	13.6	13.7
5	28.5	31.2	30.62	0.85	0.53	1	6	5	28	-	9.4	10.5
6	-	-	32.5	-	-	1.09	-	-	9	-	-	-

M : Mâles, F : Femelles, E : Ensemble des individus.

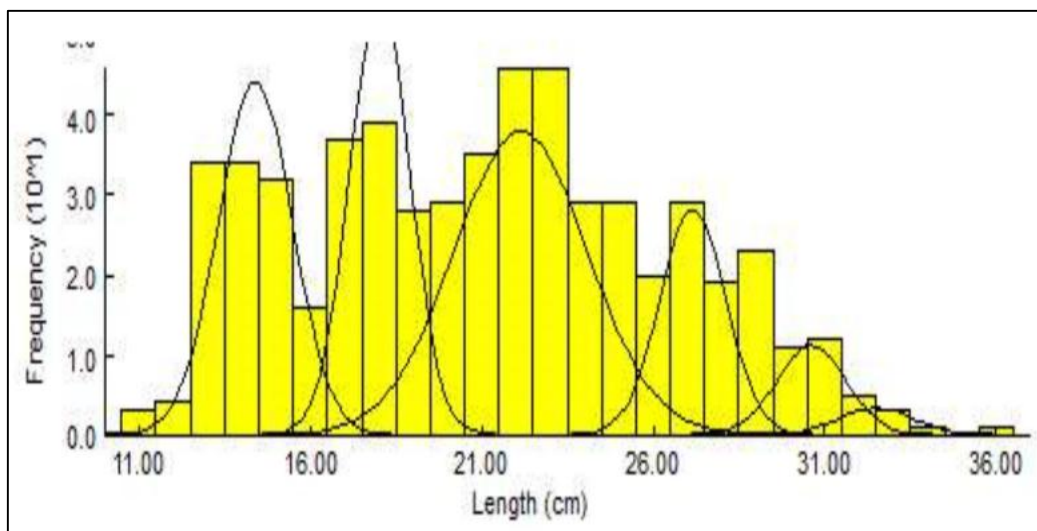


Figure 18 - Décomposition en groupes d'âges (méthode de Bhattacharya, FISAT II).

4. Modélisation de la croissance

4.1. Croissance linéaire

4.1.1. Paramètres de croissance

4.1.1.1. Analyse des structures d'âge

Les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (1934) L_{∞} , K et t_0 (Tab. 13) ont été déterminés par la méthode Tomlinson et Abramson (1961) au niveau de logiciel R, en utilisant le package fishmethods (Gary A.).

Tableau 13 - Paramètres de croissance obtenus par Analyse de structures d'âge.

Sexes	L_{∞}	K	t_0
Mâles	28.634	0.3989	-0.1197
Femelles	30.316	0.3632	-1.0612
Ensemble	35.330	0.2379	-1.4256

L_{∞} : Longueur asymptotique, K : Coefficient de croissance, t_0 : Paramètre de condition initial.

4.1.1.2. Analyse des structures de taille

La méthode de Powell-Wetherall (1987) (tableau A3, A2et A3 annexe A) est réalisée par le programme FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2005). Les figures 19 et 20 illustrent respectivement l'allure de la courbe de capture ainsi que les points choisis pour le calcul de L_{∞} et Z/k , les droites de régression retenues sont celles qui présentent le coefficient de régression le plus élevé.

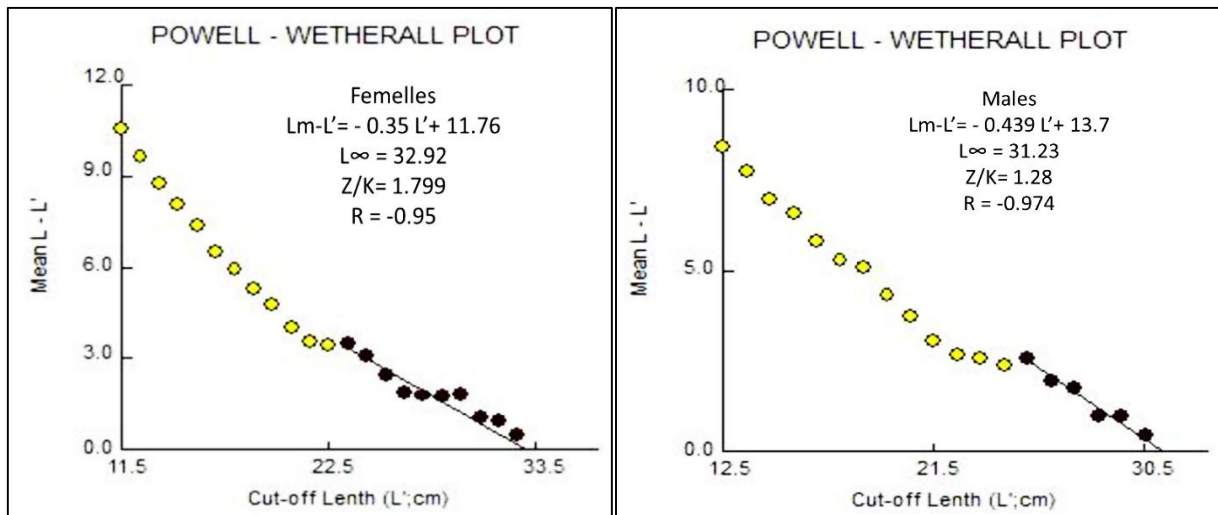


Figure 19: Détermination de L_{∞} et Z/K pour les mâles et les femelles.

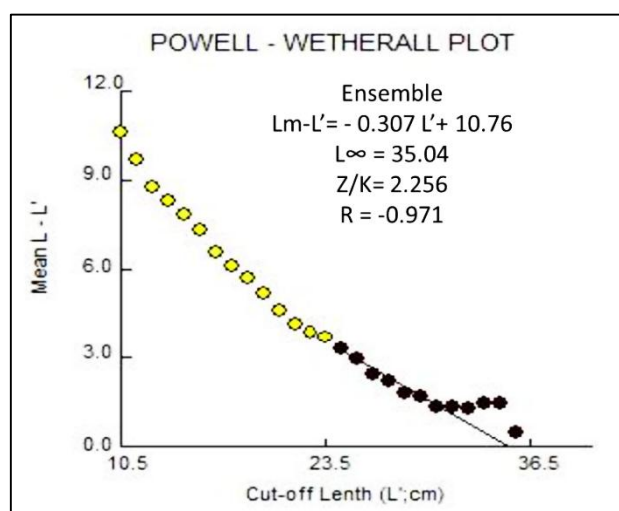


Figure 20 - Détermination de L_∞ et Z/K pour l'ensemble des individus.

4.1.1.3. Estimation de K et t_0

Pour calculer k et t_0 nous avons utilisé successivement la méthode de Pauly-Munro (1984) et Pauly (1984), le paramètre (L_∞) pris en considération est celui estimé par la méthode de Powell-Wetherall. La méthode de Pauly et Munro (1984) est basée sur les données trouvées dans la littérature régionale disponible. Les valeurs de \emptyset' des études portées sur *L. mormyrus* dans les régions proches sont regroupées dans le tableau 14.

Tableau 14: Valeurs régionales de \emptyset' chez *L. mormyrus*.

Auteurs et année	Localité	\emptyset'
Suau (1970)	Méditerranée Nord-Ouest	2.48
Compillo (1992)	Méditerranée Ouest Castellon	2.48
Lorenzo et al. (2002)	Atlantique-Canaries	2.54
Vitale et al. (2003)	Méditerranée Est Sicile	2.45
Kallianiotis et al. (2005)	Méditerranée Est-Grèce	2.3
Abecasis (2007)	Atlantique-Portugal	2.46
\emptyset' moyen		2.45

L_∞ : Longueur asymptotique, K : Coefficient de croissance, t_0 : Paramètre de condition initial, \emptyset' : Vitesse de croissance

La valeur moyenne \emptyset' ainsi obtenue permet d'estimer K ainsi que t_0 . Les résultats sont regroupés dans le tableau 15.

Tableau 15 - Les valeurs de K et t_0 obtenues par analyse de structure de taille.

	L_∞ (cm)	\emptyset' m	Z/K	K (an)	t_0 (an)
Males	31.23	2.45	1.28	0.29	-1.74
Femelles	32.92	2.45	1.799	0.26	-1.59
Ensemble	35.04	2.45	2.256	0.23	-1.42

Z : La mortalité totale.

4.1.2. Choix des paramètres

Les valeurs des paramètres de croissance sont proches entre l’analyse de structure d’âge et l’analyse des structures de taille donc le choix n’influence pas sur le modèle de croissance linéaire, mais on a adopté les paramètres de croissance obtenue par analyse d’âge, car il y un conflit sur l’application de la méthode de Powell-Wetherall sur les poissons pêché par le trémail. Aussi cette méthode reste subjective quant au choix manuel des points.

Ainsi, les équations du modèle de von Bertalanffy de la croissance linéaire de *L. mormyrus* de la région centre s’écrivent :

Ensemble : $L_t = 35.33 (1 - e^{-0.23 (t + 1.42)})$

Mâles : $L_t = 28.63 (1 - e^{-0.39 (t + 1.11)})$

Femelles : $L_t = 30.31 (1 - e^{-0.36 (t + 1.06)})$

Les longueurs théoriques calculées à l’aide des équations du modèle de Von Bertalanffy ont permis de tracer les courbes théoriques de croissance linéaire de *L. mormyrus* (Tab. 16).

Tableau 16 - Longueurs moyennes théoriques de *L. mormyrus* (modèle de Von Bertalanffy)

	Age (ans)	0	1	2	3	4	5
Taille (cm)	Ensemble	10.16	15.49	19.69	23.00	25.61	27.67
	Mâles	10.31	16.34	20.38	23.10	24.92	26.14
	Femelles	9.70	15.98	20.34	23.38	25.49	26.96

La figure 21 montre la croissance linéaire théorique de Von B Bertalanffy chez l’ensemble des individus ainsi les sexes ; mâles et femelles.

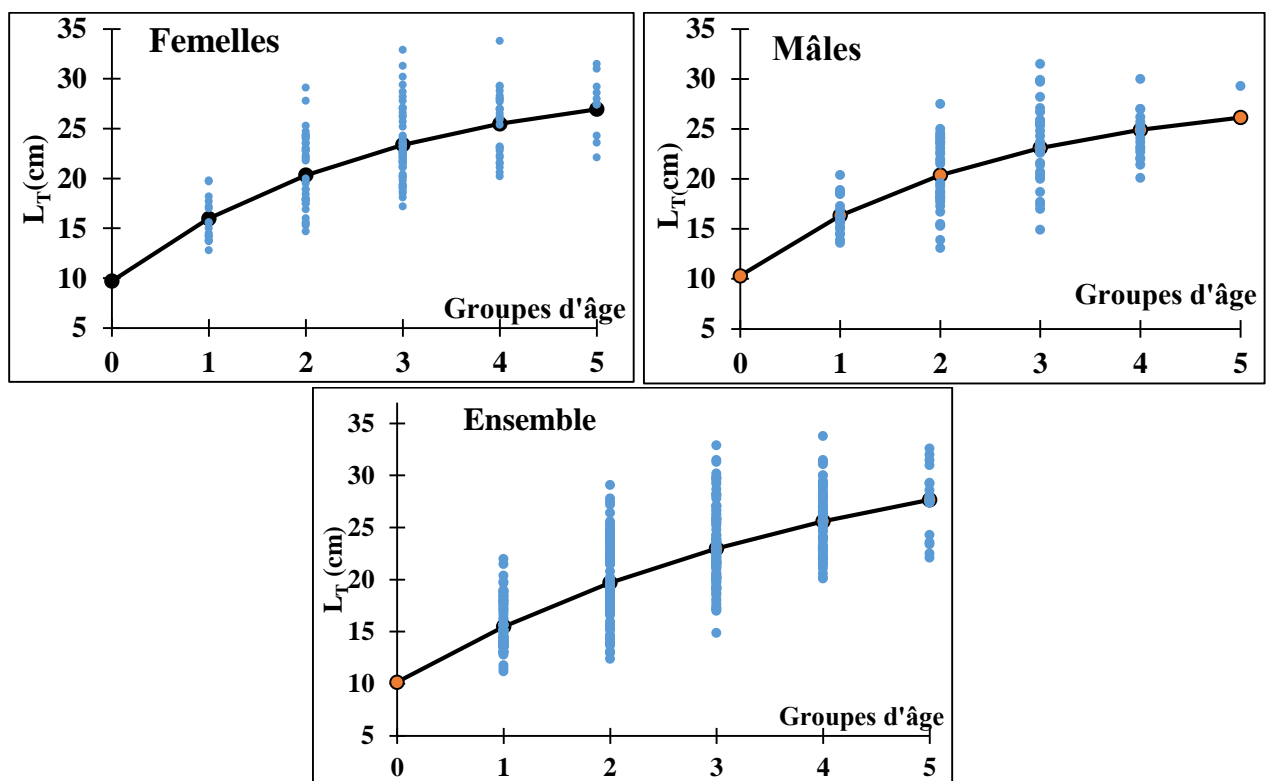


Figure 21 - Croissances linéaires théoriques de *L. mormyrus* (modèle de Von Bertalanffy).

4.1.3. Taux de croissance absolue

Le taux de croissance absolue (G_x ; cm.an^{-1}) décroît avec l'âge pour l'ensemble des individus et même pour les deux sexes (Tab. 17). La croissance est plus rapide chez les femelles.

Tableau 17 - Taux de croissance absolue selon l'âge et le sexe pour *L. mormyrus*.

Groupe âge	Ensemble		Femelles		Mâles	
	Lx	Gx	Lx	Gx	Lx	Gx
1	15.52	4.71	15.7	5.31	16.4	4.88
2	19.63	3.74	20.8	3.46	20.2	3.36
3	23.04	2.92	23.1	2.62	23.5	2.05
4	25.64	2.31	25.5	1.75	24.3	1.73
5	27.54	1.85	27.3	1.10	29.3	0.27

Gx : Taux de croissance absolue, Lx : Longueur moyenne.

4.2. Croissance relative

4.2.1. Relations biométriques

L'étude de relations biométriques a été faite sur l'ensemble de 258 individus ; 98 mâles et 160 femelles. Les coefficients de corrélation des droites de régression (Figures B6, B7 et B8 annexe B) qui relient la longueur totale et les différentes mensurations étudiées sont significatifs ($p < 0,05$; Tab. 18) ce qui indique une très bonne dépendance entre les différentes variables mesurées.

Globalement, Les valeurs des coefficients des pentes sont supérieures à 1 ($t > 1,96$) ce qui explique une allométrie majorante ; la longueur totale (L_T) croît plus rapidement que les autres parties du corps.

Tableau 18 - Paramètres des régressions entre la longueur du poisson (L_T) et les différentes mensurations chez *L. mormyrus*.

Relations	Sexe	a	b	r	P	cor	Se(a)	Type de croissance
$L_T = a L_S + b$	F	1.1708	0.8917	0.99			0.013	A+
	M	1.2229	0.0191	0.99	$2.2 \cdot 10^{-16}$	S	0.018	A+
	E	1.1863	0.6203	0.99			0.011	A+
$L_T = a L_F + b$	F	1.0847	0.454	0.99			0.012	A+
	M	1.1388	-0.5607	0.99	$2.2 \cdot 10^{-16}$	S	0.017	A+
	E	1.101	0.1357	0.99			0.010	A+
$L_T = a HC + b$	F	3.4553	1.6208	0.95			0.090	A+
	M	3.3455	1.9322	0.97	$2 \cdot 10^{-16}$	S	0.086	A+
	E	3.4319	1.6398	0.95			0.071	A+
$L_T = a L_t + b$	F	3.5355	2.1525	0.97			0.070	A+
	M	4.0067	-0.4723	0.97	$2.2 \cdot 10^{-16}$	S	0.102	A+
	E	3.6698	1.3617	0.97			0.075	A+

L_T : Longueur total, L_S : Longueur standard, L_F : Longueur à la fourche, HC : Hauteur de corps, L_t : Longueur de la tête, S : Significative.

Tableau 19 - Résultats de l'analyse de covariance. La significativité testée au seuil de 5% (p<0.05).

Réponses	Réponse	P	Significativité
Différence des moyennes en fonction du sexe	L _S	0.523571	NS
	L _F	0.668600	NS
	HC	0.05458	NS
	L _t	0.7059321	NS

4.2.2. Relation taille-poids

D'après le tableau 20 le poids et la taille sont deux variables significativement corrélées ($P < 2.10^{-16}$). Le coefficient des pentes des équations de la relation taille-poids est supérieure à la valeur théorique de 3 ($t > 1,96$) (Tab. 22, Fig. B9 Annexe B), traduisant une croissance allométrique, elle est positive (majorante) chez les mâles, ainsi l'ensemble des individus. Par contre les femelles ou il y a une isométrie ($t < 1,96$), le poids évolue de la même manière avec la taille du poisson. La comparaison des droites de régression des mâles et femelles montre que leurs pentes ne diffèrent pas significativement (ANCOVA, $p = 0,11$) (Tab. 21).

Tableau 20 - Paramètres de la régression linéaire entre $\log W_T / \log L_T$ chez *L. mormyrus*

Mensurations (X)	Sexe	a'	b'	r	P	Test du r
$\log W_T = a' \cdot \log L_T + b'$	F	3.0389	-4.4501	0.97	$2 \cdot 10^{-16}$	S
	M	3.0801	-4.5779	0.98		
	E	3.0525	-4.4978	0.99		

W_T : Poids total, L_T : Longueur total, S : Significative.

Tableau 21- Résultats de l'analyse de covariance. La significativité testée au seuil de 5% (p<0.05).

Réponses	P	Significativité
Différence de moyennes en fonction du sexe	0.4769	NS
Différence de pentes des droites entre les deux sexes	0.1156	NS

Tableau 22 - Paramètres de la relation taille-poids : $W_T = a \cdot L_T^b$ chez *L. mormyrus* sur l'ensemble et par sexe

Sexe	a	b	Se(b)	N	r ²	t	Type de croissance
F	0.0117	3.0389	0.0303	227	0.9781	1.2838	I
M	0.0103	3.0801	0.0396	137	0.9781	2.0203	A+
E	0.0111	3.0525	0.0174	565	0.9821	3.0212	A+

N : Nombre des individus, Se(b) : Standard d'erreur sur la pente, I : Isométrie, A+ : Allométrie majorante

4.3. Croissance pondérale

À partir de l'équation de croissance linéaire et de la relation taille-poids, on peut établir l'équation de croissance en poids de Von Bertalanffy ou croissance pondérale.

a et b sont les coefficients de la croissance relative entre le poids et la longueur. W_T , représente le poids total du poisson au temps t, K et t0 sont respectivement le coefficient de croissance et l'âge auquel la taille est théoriquement nulle. Ces deux derniers facteurs sont les mêmes que ceux estimés pour la croissance linéaire. Les équations de croissance en poids calculées sont les suivantes :

Femelles : $W_t = 372.25 (1 - e^{-0.31(t+1.06)})^{3.03}$

Mâles : $W_t = 316.36 (1 - e^{-0.39(t+1.11)})^{3.08}$

Ensemble : $W_t = 590.28 (1 - e^{-0.23(t+1.42)})^{3.05}$

Les formules précédentes ont permis de dresser le tableau de correspondance âge- poids théoriques par sexe (Tab. 23). La figure 22 représente les courbes de croissance pondérales théoriques.

Tableau 23 - Correspondances âge-poids de *L. mormyrus*.

Age (ans)	0	1	2	3	4	5
Ensemble	13.16	47.65	99.10	159.27	221.12	279.94
Poids (g) Mâles	13.63	56.21	111.08	163.23	206.21	238.97
Femelles	11.65	53.14	110.75	169.04	219.86	260.67

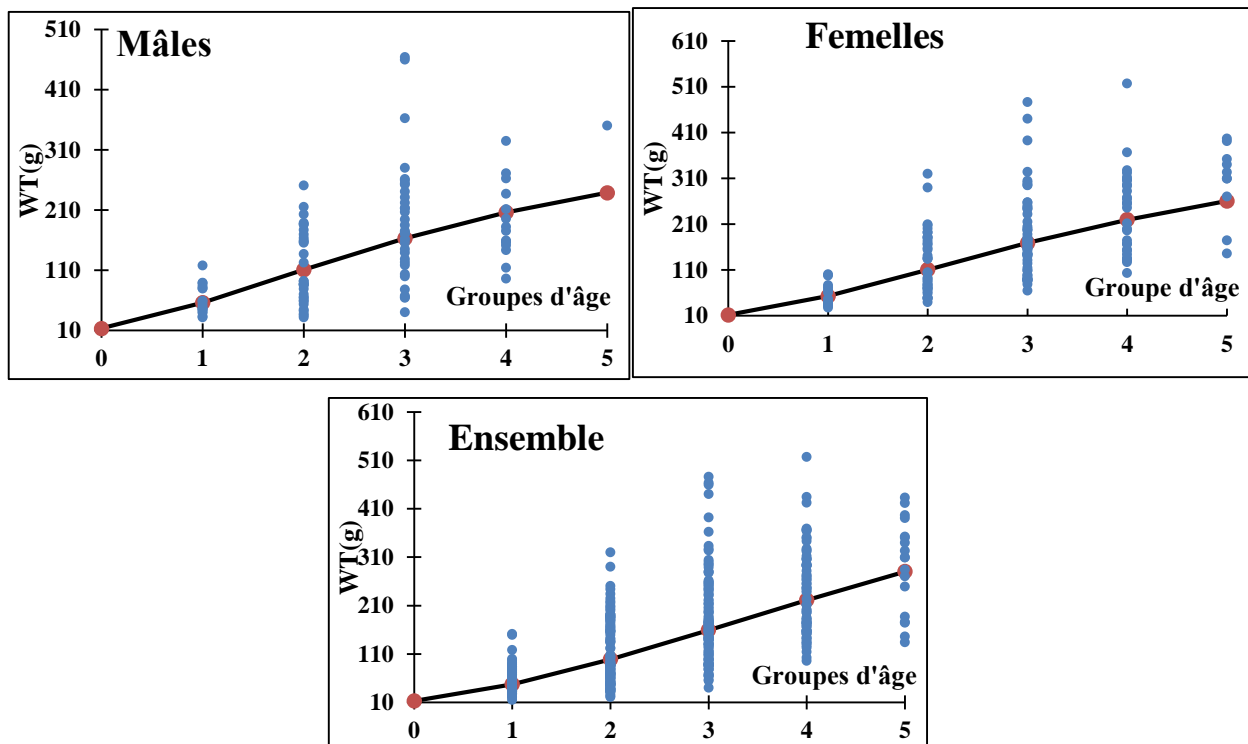


Figure 22 - Courbes de croissance pondérale de *L. mormyrus* (modèle de Von Bertalanffy).

5. Comparaison des résultats

La comparaison de la clé âge longueur obtenue par lecture directe avec d'autres auteurs (Tab. 24) permet de dire que nos résultats se rapprochent à celles obtenus en Sicile par Vitale *et al.* (2003), par contre elles diffèrent de celle de Rouidi et Chenaiete (2007) qui ont réalisés l'étude au niveau de la pêcherie d'Alger. La différence observée peut être liée aux méthodes utilisées pour obtenir la clé-âge longueur, ou bien reliée à la composition de l'échantillonnage (l'échantillon contient les petites tailles).

L'approche de la croissance de *L. mormyrus* à partir de l'analyse des structures d'âge, nous a fourni globalement un meilleur ajustement aux données observées et a permis de retenir les meilleures équations de croissance.

La comparaison des résultats montre que la valeur de la taille asymptotique se rapproche de celle calculée par Suau (1970), Compillo (1992) en mer Méditerranée et Abecasis (2007) en Atlantique (Tab. 25). Dans les autres régions, les paramètres du modèle de croissance de Von Bertalanffy diffèrent de ceux obtenus lors de cette étude. Cette différence pourrait traduire des conditions environnementales de chaque site d'étude.

L'analyse des courbes de croissance pour chaque région d'étude (Fig. 23), a montré que la croissance la plus rapide est située aux îles Canaries en Atlantique par contre elle est plus lente dans les eaux de la Grèce en Méditerrané Est.

D'après Chauvet (1986), la différence de croissance peut s'expliquer par :

- La qualité de l'échantillonnage (l'absence de grands individus sous-estime la valeur de la taille asymptotique).
- La sensibilité de l'expression de Von Bertalanffy au nombre de groupes d'âges introduits dans les calculs.
- L'interprétation des structures osseuses du poisson dans les méthodes indirectes.

Concernant la relation taille - poids (Tab. 26), notre résultats sont différents à ceux de la littérature ; la relation entre la taille et le poids du poisson dans la mer méditerrané reste isométrique contrairement à le présent travail qui présente un allométrie positive.

Tableau 24 - Correspondance âge-taille moyenne chez le marbré dans différentes régions.

Auteurs et année	Pays et/ou région	Méthode	Groupes d'âges (ans)				
			I	II	III	IV	V
Compillo (1992)	Méditerranée Ouest Castellon	Otolithométrie	8.05	14.12	18.73	22.23	24.89
Vitale <i>et al.</i> (2003)	Méditerranée Est Sicile	Otolithométrie	15.02	19.25	22.73	25.57	27.89
Kallianiotis <i>et al.</i> (2003)	Méditerranée Est-Grèce	Otolithométrie	10.6	14.44	17.56	20.09	22.14
Rouidi <i>et al.</i> (2007)	Sud-Ouest Méditerranée-Centre Algérie	Otolithométrie	11.36	16.24	20.12	23.2	25.65
Présent travail	Sud-Ouest Méditerranée-Centre Algérie	Otolithométrie	15.52	19.63	23.04	25.64	27.54

Tableau 25 - Paramètres du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy dans différentes régions.

Auteurs et année	Localité	L_{∞} (cm)	K (an)	t_0 (an)	\emptyset'
Suau (1970)	Méditerranée Nord-Ouest	33.3	0.28	-0.06	2.48
Compillo (1992)	Méditerranée Ouest Castellon	33.3	0.275	-0.06	2.48
Lorenzo <i>et al.</i> (2002)	Atlantique-Canaries	42.9	0.19	-1.37	2.54
Vitale <i>et al.</i> (2003)	Méditerranée Est Sicile	38.4	0.2	-1.48	2.45
Kallianiotis <i>et al.</i> (2005)	Méditerranée Est-Grèce	30.94	0.21	-1.00	2.3
Abecasis (2007)	Atlantique-Portugal	37.1	0.21	-1.24	2.46
Présente travail	Sud-Ouest Méditerranée-Centre Algérie	35.33	0.23	-1.42	2.45

Tableau 26 - Relations taille-poids dans cette étude et dans différents travaux antérieurs

Auteurs et année	Localité	a	b	r^2	type Allométrie
Emre <i>et al.</i> (2010)	Lagune de Beymelek-Turquie	0.0132	3.036	0.97	Isométrie
Lorenzo <i>et al.</i> (2002)	Îles de Canaries	0.000027	2.907	0.97	Négative
Kallianiotis <i>et al.</i> (2005)	Mer Thracienne Grèce	0.0086	3.108	0.98	Isométrie
Présente travail	Sud-Ouest Méditerranée-Centre Algérie	0.0111	3.0525	0.99	Positive

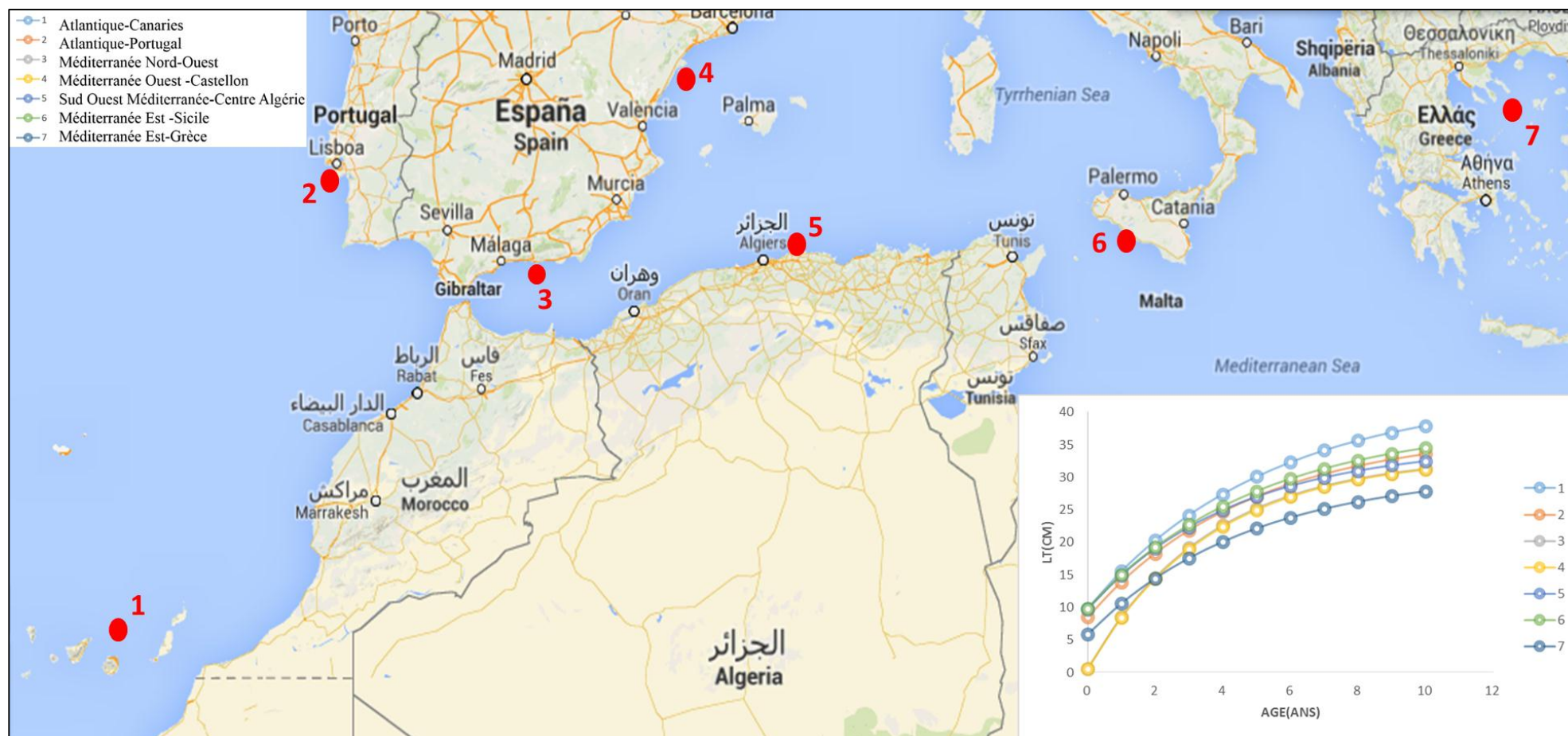


Figure 23 - Comparaison des courbes de croissance de *L. mormyrus* avec les études antérieures dans différentes régions géographiques.

Conclusion

Ce travail a pour but l'étude de la morphométrie des otolithes ainsi que l'estimation de l'âge et la croissance de marbré au niveau de la région centre de la côte algérienne. Jusqu'à présent, *L. mormyrus* n'a pas fait l'objet de grandes investigations dans le bassin algérien.

L'introduction du système simplifié d'imagerie par Boufersaoui (2012) a montré un avantage de temps par rapport à la méthode traditionnelle sous une loupe binoculaire. Aussi la lecture par traitement des images numériques apporte une objectivité algorithmique de la machine par rapport à la subjectivité de la lecture, la quantification de l'information, qui auparavant était fastidieuse à extraire telle que l'extraction de certains paramètres morphométriques. Un autre avantage consiste non seulement en la reproductibilité des résultats et la diminution de la variabilité inter-lectures, mais aussi en la conservation de l'expérience acquise.

L'étude de la symétrie des otolithes montre de grandes ressemblances existent entre l'otolithe droite et gauche. De ce fait, nous avons retenus l'otolithe droit pour la détermination de l'âge par lecture directe. Les régressions linéaires ont montré une bonne corrélation positive entre la taille du poisson et les différentes mensurations mesurées sur l'otolithe quel que soit le sexe.

La lecture directe des otolithes a abouti à une clé âge-longueur mettant en évidence 5 groupes d'âge sur l'ensemble des individus aussi pour les sexes. L'analyse directe des structures d'âge a permis de retenir les meilleurs paramètres de croissance. Ces derniers ont été déterminés par la méthode de Tomlinson et Abramson (1961) sur le logiciel R. Globalement ces paramètres fournissent un bon ajustement aux données observées.

La relation taille-poids de l'ensemble des individus montre une allométrie positive entre la taille totale (L_T) et le poids total (W_T) ; la taille croît plus rapide que le poids, ce résultat est semblable à celle obtenue pour les mâles contrairement à la relation taille poids des femelles où il y a une isométrie entre les deux variantes. L'étude des relations biométriques expriment que la longueur totale de poisson croît plus rapide que les mensurations mesurés sur le poisson (LS , LF , HC , Lt).

Au terme de la présente étude nous considérons que certaines préconisations devraient être pris en compte pour une meilleure connaissance de l'espèce telles que :

- l'acquisition de nouvelles technologies plus avancées quant à la lecture des pièces calcifiées.
- l'amélioration des techniques et des engins de pêche, ainsi qu'une étude écologique plus approfondie, sur les variations des conditions du milieu, sur les interactions inter et intra spécifiques, et sur l'action du milieu sur les espèces.
- mettre en place un système permanent de collecte d'informations de type biologique pour le suivi de la ressource, et économique pour le suivi de l'activité de pêche.

Références bibliographiques

- ABECASIS, D. et al (2007).** Ageing seabreams a comparative study between scales and otoliths. *Fisheries Research*, vol 89(1).pp. 37-48.
- ARCULEO, M. et al (2000).** Investigations on gonadal maturation in *Pagellus acarne* (Piscies, Sparidae) in the Strait of Messina (Sicily). *Ital. J. Zool.*, vol 67 (4).pp. 333-337.
- BHATTACHARYA, C. (1967).** A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*. vol 23 (1) .pp. 115-135.
- BAUCHOT, M.L. et PRAS, A. (1980).** Guide des poissons marins d'Europe. *Delachaux et Niestle (ed.), Neuchâtel*, 290 p.
- BAUCHOT, M. et HUREAU, C. (1986).** Poissons de l'atlantique nord-est et du méditerranéen. vol 2. *Paris :UNESCO*. 883p.
- BEBARS, M. (1981).** Exploitation rationnelle des pêcheries égyptiennes : application aux pêcheries des sardinelles (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) de la baie de Salloum, Egypte. *Thèse Doctorat d'état. Montpellier II : U.S.T.L.* 354p.
- BERGBAUER, M. et HUMBERG, B. (2000).** La vie sous-marine en Méditerranée. *Vigot*, 318p.
- BERTALANFFY, L. (1938).** A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol.* vol 10 .pp. 181-213.
- BOUFERSAOUIS. (2012).** Contribution à l'étude du Sparidé *Pagellus acarne* (Risso, 1826) dans la région d'Alger : la structure des peuplements associés, les indices de reproduction, la croissance et l'exploitation. *Thèse de magister, Alger : E.N.S.S.M.A.L.* 148p.
- BOUFERSAOUI, S. (2014).** Âge et croissance de 3 espèces de Sparidés : *Pagellus acarne*, *Pagrus pagrus* et *Lithognathus mormyrus* des côtes centre algériennes- Méditerranée Sud-Ouest. *Ifremer*.42p.
- CHAUVET, C. (1986).** Exploitation des poissons en milieu lagunaire méditerranéen. *Thèse de doc d'état. Univ.Perpignan*, 554p.
- CHERABI, O. (1987).** Contribution à l'étude de la biologie du pageot commun et à l'écologie de la famille des Sparidés de la baie d'Alger. *Thèse de Magister. Alger : U.S.T.H.B.* 203 p.
- COLLIGNON, J. (1991).** Ecologie et biologie marines : introduction à l'halieutique. *Masson*: 288p.
- MONTEIRO, D. (1998).** Poissons du Cap-Vert. Ministère de la Mer, Bureau du Secrétaire d'État à la Culture. *Lisbonne: M2 arts graphiques, Lda.* 179 p.
- DIEUZEIDE, R. et al (1955).** Catalogue des poissons des côtes algériennes. III. Ostéoptérygiens (suite et fin). *Castiglione : Bull. Trav. Stat. Aquic. Pêche, vol(6) : 384 p.*

- DJABALI, F. (1993).** Poissons des côtes algériennes. *Bull I.S.M.A.L. N° spécial, PELAGOS.* 215 p.
- EMRE, Y. et al (2010).** Age, growth, length-weight relationship and reproduction of the striped seabream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758 (Sparidae) in the Beymelek Lagoon (Antalya, Turkey). *Turk. J. Zool. vol 34*.pp. 93-100.
- FISCHER, W. (1987).** Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer noire (Révision 1. Zone de pêche. 37). *FAO (ed), Vertébrés, Vol II .pp.* 761-1530.
- FITCH, J. (1964).** The fish fauna of the Playa Del Rey locality, a southern California marine Pleistocene deposit *.Los Angel .Cty. Mus. Contrib. Sci. vol 82*.pp.3-35.
- FITCH, J. (1968).** Otoliths and other fish remains from the Timms Point silt (early Pleistocene) at San Pedro, California Los Angel .Cty. Mus. Contrib. Sci. vol146. pp. 1- 2- *Flammarion; Coll. Stat. Biol. en médecine:* 306 p
- FROESE, R. et PAULY, D. (2010).** FishBase. World Wide Web electronic publication. Editors. www.fishbase.org, version (05/2010).
- GARCIA, S. et LERESTE, L. (1981).** Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes Pénaeidés côtières. *F.A.O., Doc. Tech. Pêches, n° 203: FIRM/T:* 203 p.
- GAYANILO, F. et al (2002).** - The FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools (FISAT II, user's guide) 2000-2004 *Rome, Italie. FAO, Version 1.1.2.* 173p.
- GULLAND, J. (1969).** Manuel of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci., vol4:* 154 p.
- HARCHOUCHE, K. (1988).** Contribution à l'étude de la biologie et l'écologie d'une espèce de sparidae dans la baie d'Alger : « Le pageot blanc », *P. acarne* (RISSO, 1826). *Thèse de magistère en océanographie. Alger : U.S.T.H.B. :* 170 p.
- HARCHOUCHE, K. (2006).** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; Ecologie, Biologie et exploitation de *Spicara maema* (poisson Téléostéen) des côtes Algériennes. *Thèse de Doctorat d'état. Alger : USTHB :* 255 p.
- HEMIDA, F. (1987).** Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région d'Alger : Biologie et exploitation. *Thèse de Magister. Alger : U.S.T.H.B.* 138 p.
- HEMIDA, F. (2005).** Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies : Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. *Thèse de Doctorat d'état. Alger : U.S.T.H.B.* 204 p.
- JAMES, T. et al (2000).** Molecular phylogenetics of the Chytridiomycota supports the utility of ultrastructural data in chytrid systematics. *Canadian Journal of Botany .vol 78*.pp. 336–350.

- JULIEN, C. (2012).** Introduction au logiciel R et à la pratique des statistiques en vue de l'analyse de données issues de la biologie. *École doctorale « du génome aux organismes » Université d'Évry* : 199p.
- KALLIANIOTIS, A. et al (2005).** Age, growth, mortality, reproduction, and feeding habits of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Pisces: Sparidae), in the coastal waters of the Thracian Sea, Greece. *Scientia Marina*, vol 69 .pp. 391-404.
- LALLOUI, S. (1988).** Contribution à l'étude de la croissance de la Sardinelle algéroise *Sardinella aurita* (Brunnich, 1768) (gros yeux) dans la région d'Alger. *Mémoire de diplôme d'étude supérieure. Alger : U.S.T.H.B.* 84 p.
- LOIR, M. et al (1999).** Les poissons des côtes de France. France :Ouest France. 32p.
- LORENZO, J. et al (2002).** Age, growth, reproduction and mortality of the striped seabream, *Lithognathus mormyrus* (Pisces, Sparidae), off the Canary Islands (Central-East Atlantic). *J. Appl.Icthyol.*, vol18(3) .pp. 204-209.
- LOUISY, P. (2002).** Guide d'identification des poissons marins, europe et méditerranée, ed. Ulmer, 430p.
- MAITRE, T. et LOUISY, P. (1990),** Poissons de mer, Faune de France, ed. Arthaud, 160 p.
- MAHE, K. et al (2009).** Synthèse française des procédures d'estimation d'âge. Programme SIDEPECHE Projet Système d'Informations Halieutiques Sous-Action Sclérochronologie 79 p.
- MAOUCHE, S. (1987).** Mécanismes hydrosédimentaires en baie d'Alger. Approche sédimentologique, géochimique et traitement statistique. *Thèse de doctorat, troisième cycle, Université de Perpignan* : 282 p.
- MOJETTA, A. et GHISOTTI, A. (1995).** Flore et faune de la méditerranée. *Guide Vert, ed. Solar, France* : 318 p.
- MOUHOU, R. (1986).** Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique de la population exploitée de la sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) des côtes algéroises. *Thèse de Magister. Alger : U.S.T.H.B.* 163 p.
- MPRH. (2010).** Les données statistiques sur la production nationale et au niveau port d'Alger des ressources halieutiques durant la période 2000-2008.
- PANFILI, J. (1992).** Estimation de l'âge individuel des poissons : méthodologies et applications (à des populations naturelles tropicales et tempérés. *Thèse de Doctorat. Paris : Université de Montpellier I I - Sciences et Techniques du Languedoc.*420p.
- PANFILI, J. et al (2002).** Manuel de sclérochronologie des poissons. *Coédition Ifremer-IRD* : 464p.
- PAULY, D. (1985).** Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches*, vol(234) : 56p.

- ROUIDI, S. et CHENAIETE, S. (2007).** Estimation des paramètres de croissance et d'exploitation de deux poissons débarqués à la poissonnerie d'Alger : *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758) et *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758).
- SCHERRER, B. (2007).** Biostatistique, Volume 1. *Gaëtan Morin Ed., Boucherville.* xiv : 816 p.
- SERIDJI, R. (1989).** Etude des larves de crustacés Décapodes : aspects taxonomiques, écologiques et biogéographiques. *Thèse de doctorat. Alger : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène.* 568 p.
- SMITH, J. et SMITH, M. (1986).** Poissons de mer. *Berlin :Springer-Verlag.* 580 p.
- SPARRE, P. et VENEMA, S. (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Prem. Part. Manuel. *Rome : FAO Doc. Tech. Pêches, vol306 (1) :* 401 p.
- SUAU, P. (1970).** Contribución al estudio de la biología de *Lithognathus (=Pagellus) mormyrus* L. (Peces esparidos). *Inv. Pesq.* vol 34,pp. 237- 265.
- TAZEROUTI, F. (2007).** Biodiversité et bioécologie des parasites de poissons sélaciens Hypotremata du littoral Algérois. *Thèse de Doctorat. Alger: USTHB.* 299 p.
- TUNCAY, H. (2000).** A Systematic study on the otolithe characters of sparides (Pisces) in the bay of Izmir (Aegean Sea) .*Turk J Zool.*, vol 27,pp. 223-241.
- VEEN, J. et HOEDEMAKERS, K. (2005).** Synopsis iconographique des otolithes de quelques espèces de poissons des côtes ouest africaines. Wageningen, the Netherlands. *Ed Wetlands International:* 44 p.
- VITALE, S. et al (2003).** Maturita sessuale , eta e accrescimento della mormora , *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Pisces ; Sparidae) costa sud occidentale della Sicilia .*Biol.Mar.Medit.* VOL 10(2). pp. 233-241.
- WETHERALL, J. (1986).** A new method for estimating growth and mortality parameters from length frequency data .*Fishy byte .vol 4(1) .*12-14p.
- WIRTZ, P. et al (2008).** Les poissons côtiers de l'île de Madère, de nouveaux records et une check-list annotée. *Zootaxa 1715. Portugal : Centre des sciences marines de l'Université de l'Algarve, Campus Gambelas, PT 8005-139 Faro.* 26p.
- WOOD, L. (2003).** Faune et flore sous-marines de la mediterranee, Identifier facilement 289 espèces, *ed. Delachaux et Niestle, Les compagnons du naturaliste :* 128p.

ANNEXES

Annexe A - Tableaux complémentaires

Tableau A1 - Distribution des fréquences de taille de *L. mormyrus*.

Centre de classe (cm)	Femelles (F)	Hermaphrodites (H)	Indéterminés (I)	Mâles (M)	Ensemble (E)
11	0	0	3	0	3
12	1	0	3	0	4
13	3	0	25	6	34
14	9	1	17	7	34
15	9	3	10	10	32
16	5	3	5	3	16
17	13	1	14	9	37
18	11	1	14	13	39
19	17	1	7	3	28
20	12	4	4	9	29
21	17	9	1	8	35
22	19	13	0	14	46
23	23	7	1	15	46
24	10	4	2	13	29
25	10	8	1	10	29
26	12	4	1	3	20
27	18	5	0	6	29
28	10	6	2	1	19
29	12	6	2	3	23
30	4	4	0	3	11
31	5	5	1	1	12
32	3	2	0	0	5
33	3	0	0	0	3
34	0	1	0	0	1
36	1	0	0	0	1
Effectifs	227	88	113	137	565
Tailles moyennes (cm)	22.47	24.17	16.4	20.85	21.13

Tableau A2 : Clé âge longueur obtenu pour *L. mormyrus*.

Groupe d'âge	1					2					3					4					5						
	LT (cm)	F	M	H	I	E	F	M	H	I	E	F	M	H	I	E	F	M	H	I	E	F	M	H	I	E	
11					3	3																					
12		1				1				1	1																
13		3	2		18	23			2		5	7															
14		4	2		9	15	1				5	6		1			1										
15		3	5	2	4	14	3	3	1	4	11																
16			2	1	1	4	2	1		2	5																
17		3	1		3	7	6	3		6	15	1	3	1	1	6											
18		1	4	1	5	11	4	6		6	16	3	1		1	5											
19		2			1	3	2	3		1	6	6		1	4	11											
20			1			1	1		1	3	5	4	4	3	1	12	2	1				3					
21				1		1	1	2	1	1	5	9	2	6		17	3	1	1		5						
22				1		1	5	3	1		9	12	4	1		17	3	3	3		9	1		1		2	
23							4	4	2		10	10	5	2		17	3	3	1	1	8	1		1		2	
24							6	4	2		12	2	2		1	5		2	3	1	6	1				1	
25							1	1	1	1	4	2	5	3		10	2	2	1		5						
26									1		1	3	1			4	4	1	4		9						
27							1	1	1		3	4	1			5	4	2	3		9	3		2		5	
28												2	1	1	1	5	4		2		6	2				2	
29							1				1	1	3	1	1	6	2		3		5	1	1			2	
30												1				1		1	1		2						
31												1	1			2			3	1	4	2				2	
32												1				1								2		2	
33																	1				1						
Total		17	17	6	44	84	38	33	11	35	117	62	34	19	10	125	28	16	25	3	72	11	1	6	0	18	

F : femelles, M : mâles, H : hermaphrodites, I : indéterminés

Tableau A3 - Détermination de L_{∞} et Z/K par la méthode de Powell-Wetherall (1987) chez l'ensemble des individus de *L. mormyrus*.

Li	L'	N	N%	(N%)cum	N%*Li	(N%*Li) cum	Li'(cm)	Li'-L'(cm)
11	10.5	3	0.53	100.00	5.84	2112.74	21.13	10.63
12	11.5	4	0.71	99.47	8.50	2106.90	21.18	9.68
13	12.5	34	6.02	98.76	78.23	2098.41	21.25	8.75
14	13.5	34	6.02	92.74	84.25	2020.18	21.78	8.28
15	14.5	32	5.66	86.73	84.96	1935.93	22.32	7.82
16	15.5	16	2.83	81.06	45.31	1850.97	22.83	7.33
17	16.5	37	6.55	78.23	111.33	1805.66	23.08	6.58
18	17.5	39	6.90	71.68	124.25	1694.34	23.64	6.14
19	18.5	28	4.96	64.78	94.16	1570.09	24.24	5.74
20	19.5	29	5.13	59.82	102.65	1475.93	24.67	5.17
21	20.5	35	6.19	54.69	130.09	1373.27	25.11	4.61
22	21.5	46	8.14	48.50	179.12	1243.19	25.64	4.14
23	22.5	46	8.14	40.35	187.26	1064.07	26.37	3.87
24	23.5	29	5.13	32.21	123.19	876.81	27.22	3.72
25	24.5	29	5.13	27.08	128.32	753.63	27.83	3.33
26	25.5	20	3.54	21.95	92.04	625.31	28.49	2.99
27	26.5	29	5.13	18.41	138.58	533.27	28.97	2.47
28	27.5	19	3.36	13.27	94.16	394.69	29.73	2.23
29	28.5	23	4.07	9.91	118.05	300.53	30.32	1.82
30	29.5	11	1.95	5.84	58.41	182.48	31.24	1.74
31	30.5	12	2.12	3.89	65.84	124.07	31.86	1.36
32	31.5	5	0.88	1.77	28.32	58.23	32.90	1.40
33	32.5	3	0.53	0.88	17.52	29.91	33.80	1.30
34	33.5	1	0.18	0.35	6.02	12.39	35.00	1.50
36	35.5	1	0.18	0.18	6.37	6.37	36.00	0.50

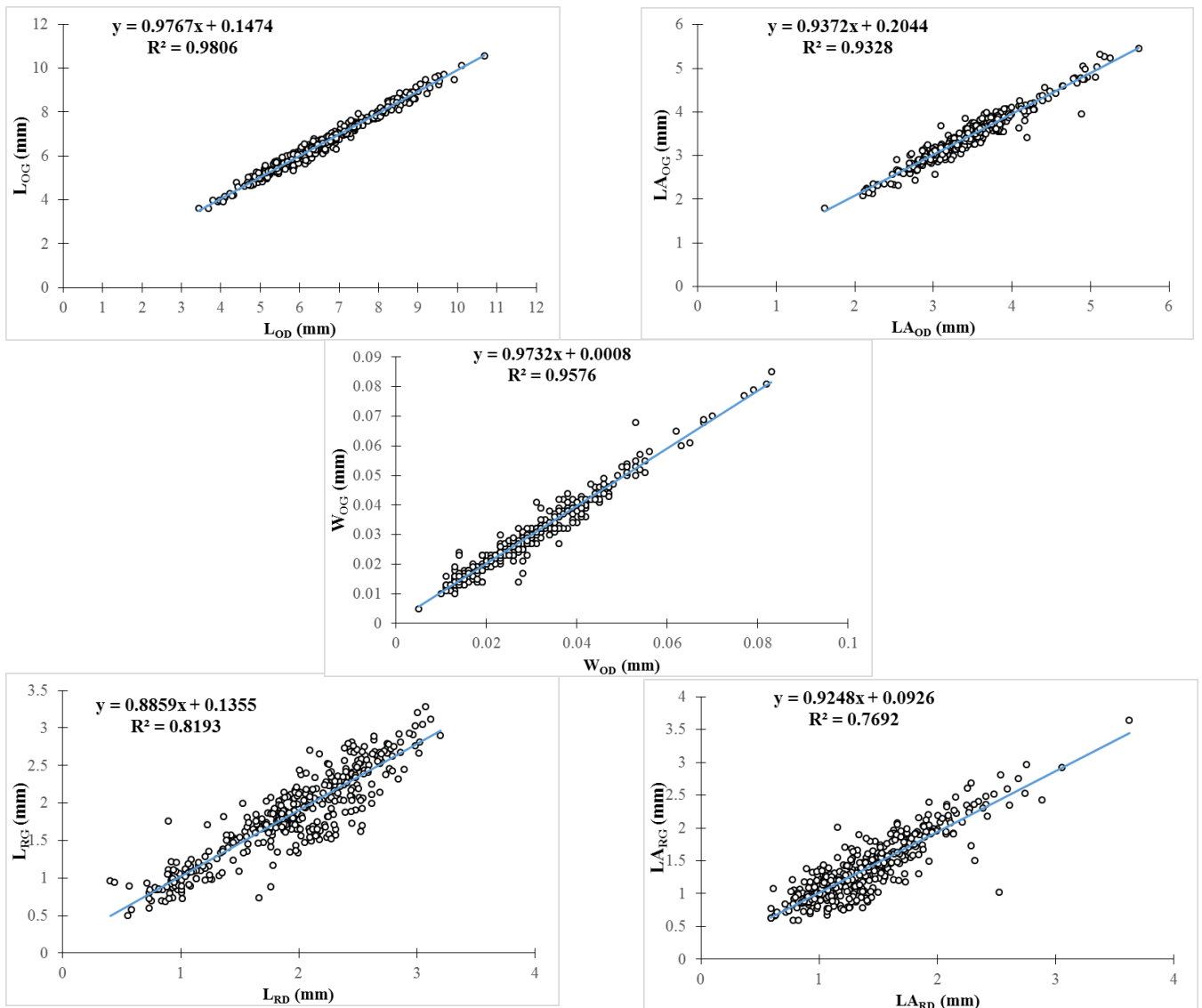
Tableau A4 - Détermination de L_{∞} et Z/K par la méthode de Powell-Wetherall (1987) chez les femelles de *L. mormyrus*.

Li	L'	N	N%	(N%)cum	N%*Li	(N%*Li) cum	Li'(cm)	Li'-L'(cm)
12	11.5	1	0.44	100.00	5.29	2246.70	22.47	10.97
13	12.5	3	1.32	99.56	17.18	2241.41	22.51	10.01
14	13.5	9	3.96	98.24	55.51	2224.23	22.64	9.14
15	14.5	9	3.96	94.27	59.47	2168.72	23.00	8.50
16	15.5	5	2.20	90.31	35.24	2109.25	23.36	7.86
17	16.5	13	5.73	88.11	97.36	2074.01	23.54	7.04
18	17.5	11	4.85	82.38	87.22	1976.65	23.99	6.49
19	18.5	17	7.49	77.53	142.29	1889.43	24.37	5.87
20	19.5	12	5.29	70.04	105.73	1747.14	24.94	5.44
21	20.5	17	7.49	64.76	157.27	1641.41	25.35	4.85
22	21.5	19	8.37	57.27	184.14	1484.14	25.92	4.42
23	22.5	23	10.13	48.90	233.04	1300.00	26.59	4.09
24	23.5	10	4.41	38.77	105.73	1066.96	27.52	4.02
25	24.5	10	4.41	34.36	110.13	961.23	27.97	3.47
26	25.5	12	5.29	29.96	137.44	851.10	28.41	2.91
27	26.5	18	7.93	24.67	214.10	713.66	28.93	2.43
28	27.5	10	4.41	16.74	123.35	499.56	29.84	2.34
29	28.5	12	5.29	12.33	153.30	376.21	30.50	2.00
30	29.5	4	1.76	7.05	52.86	222.91	31.63	2.13
31	30.5	5	2.20	5.29	68.28	170.04	32.17	1.67
32	31.5	3	1.32	3.08	42.29	101.76	33.00	1.50
33	32.5	3	1.32	1.76	43.61	59.47	33.75	1.25
36	35.5	1	0.44	0.44	15.86	15.86	36.00	0.50

Tableau A5 - Détermination de L_{∞} et Z/K par la méthode de Powell-Wetherall (1987) chez les mâles de *L. mormyrus*.

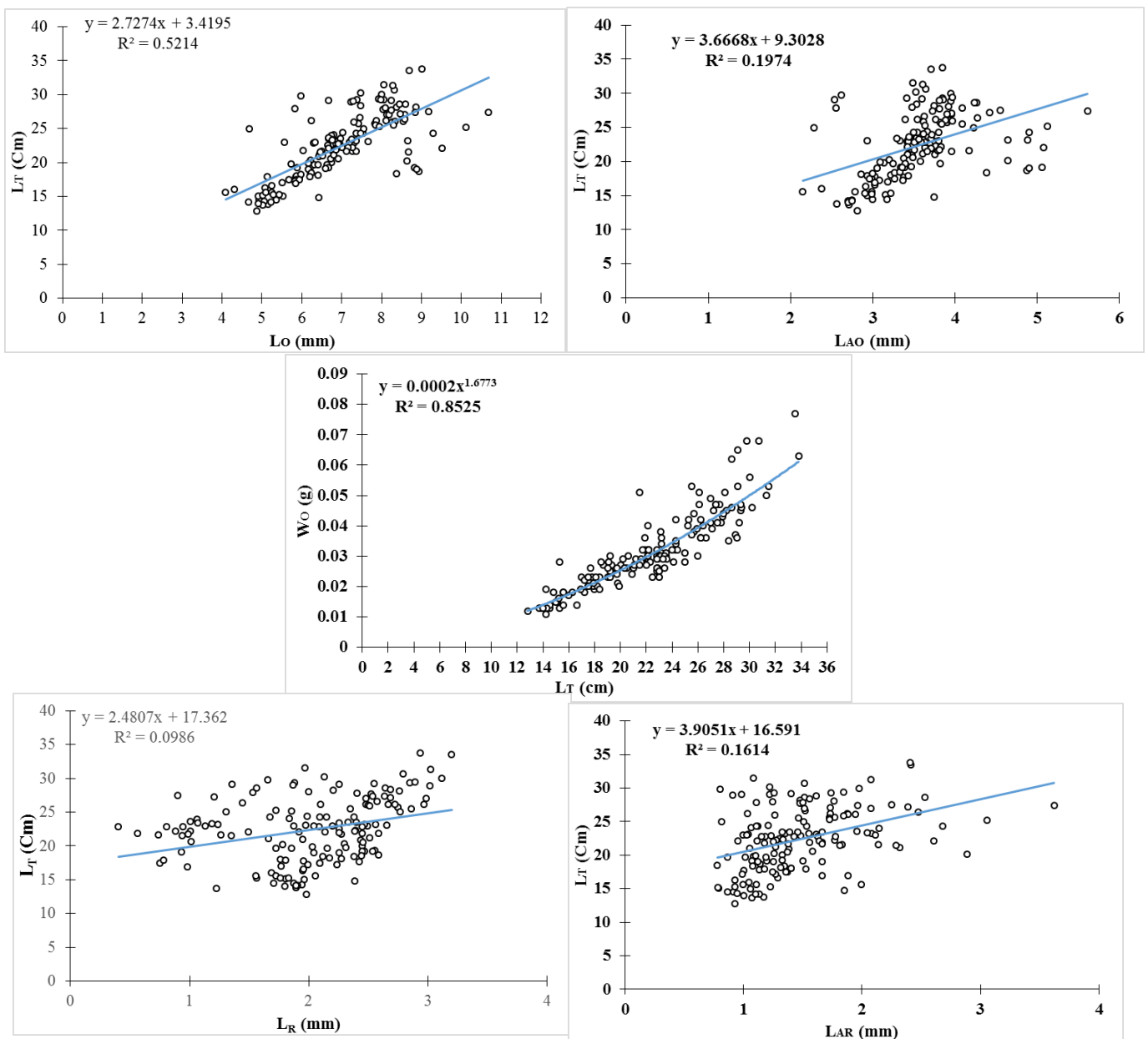
Li	L'	N	N%	(N%)cum	N%*Li	(N%*Li) cum	Li'(cm)	Li'-L'(cm)
13	12.5	6	4.38	100.00	56.93	2085.40	20.85	8.35
14	13.5	7	5.11	95.62	71.53	2028.47	21.21	7.71
15	14.5	10	7.30	90.51	109.49	1956.93	21.62	7.12
16	15.5	3	2.19	83.21	35.04	1847.45	22.20	6.70
17	16.5	9	6.57	81.02	111.68	1812.41	22.37	5.87
18	17.5	13	9.49	74.45	170.80	1700.73	22.84	5.34
19	18.5	3	2.19	64.96	41.61	1529.93	23.55	5.05
20	19.5	9	6.57	62.77	131.39	1488.32	23.71	4.21
21	20.5	8	5.84	56.20	122.63	1356.93	24.14	3.64
22	21.5	14	10.22	50.36	224.82	1234.31	24.51	3.01
23	22.5	15	10.95	40.15	251.82	1009.49	25.15	2.65
24	23.5	13	9.49	29.20	227.74	757.66	25.95	2.45
25	24.5	10	7.30	19.71	182.48	529.93	26.89	2.39
26	25.5	3	2.19	12.41	56.93	347.45	28.00	2.50
27	26.5	6	4.38	10.22	118.25	290.51	28.43	1.93
28	27.5	1	0.73	5.84	20.44	172.26	29.50	2.00
29	28.5	3	2.19	5.11	63.50	151.82	29.71	1.21
30	29.5	3	2.19	2.92	65.69	88.32	30.25	0.75
31	30.5	1	0.73	0.73	22.63	22.63	31.00	0.50

Annexe B - Graphiques complémentaires



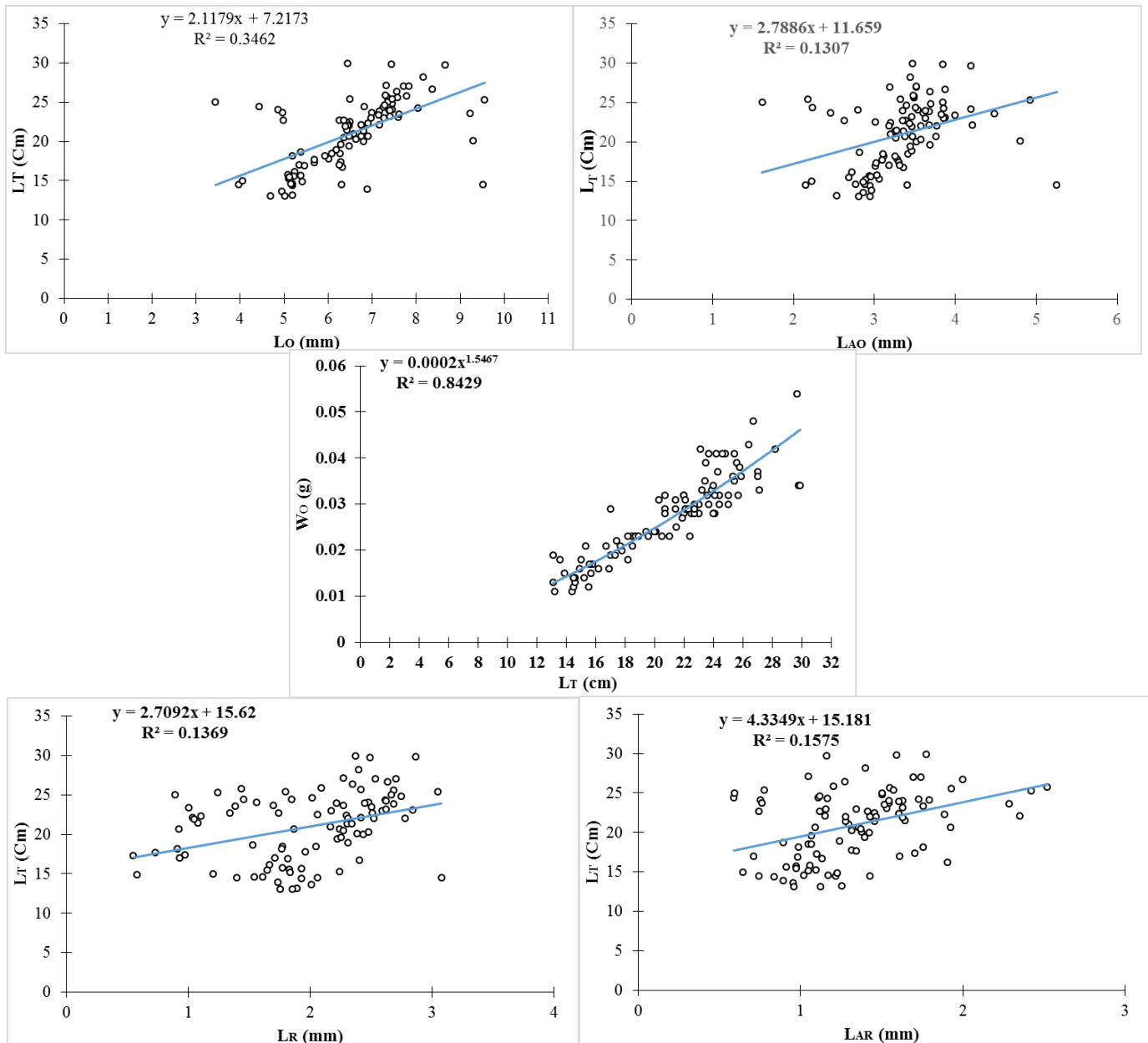
LOD : Longueur d'otolithe droit, **LOG** : Longueur d'otolithe gauche, **LAD** : Largeur de l'otolithe droit, **LAG** : Largeur de l'otolithe gauche, **LRD** : Longueur de rostre de l'otolithe droit, **LRG** : Longueur de rostre de l'otolithe gauche, **LARD** : Largeur de rostre de l'otolithe droit, **LARG** : Largeur de rostre de l'otolithe gauche, **WOD** : Poids de l'otolithe droit, **WOG** : Poids de l'otolithe gauche.

FigureB1 - Droites de régression exprimant les relations morphométrique entre l'otolithe droit et l'otolithe gauche chez *L. mormyrus*.



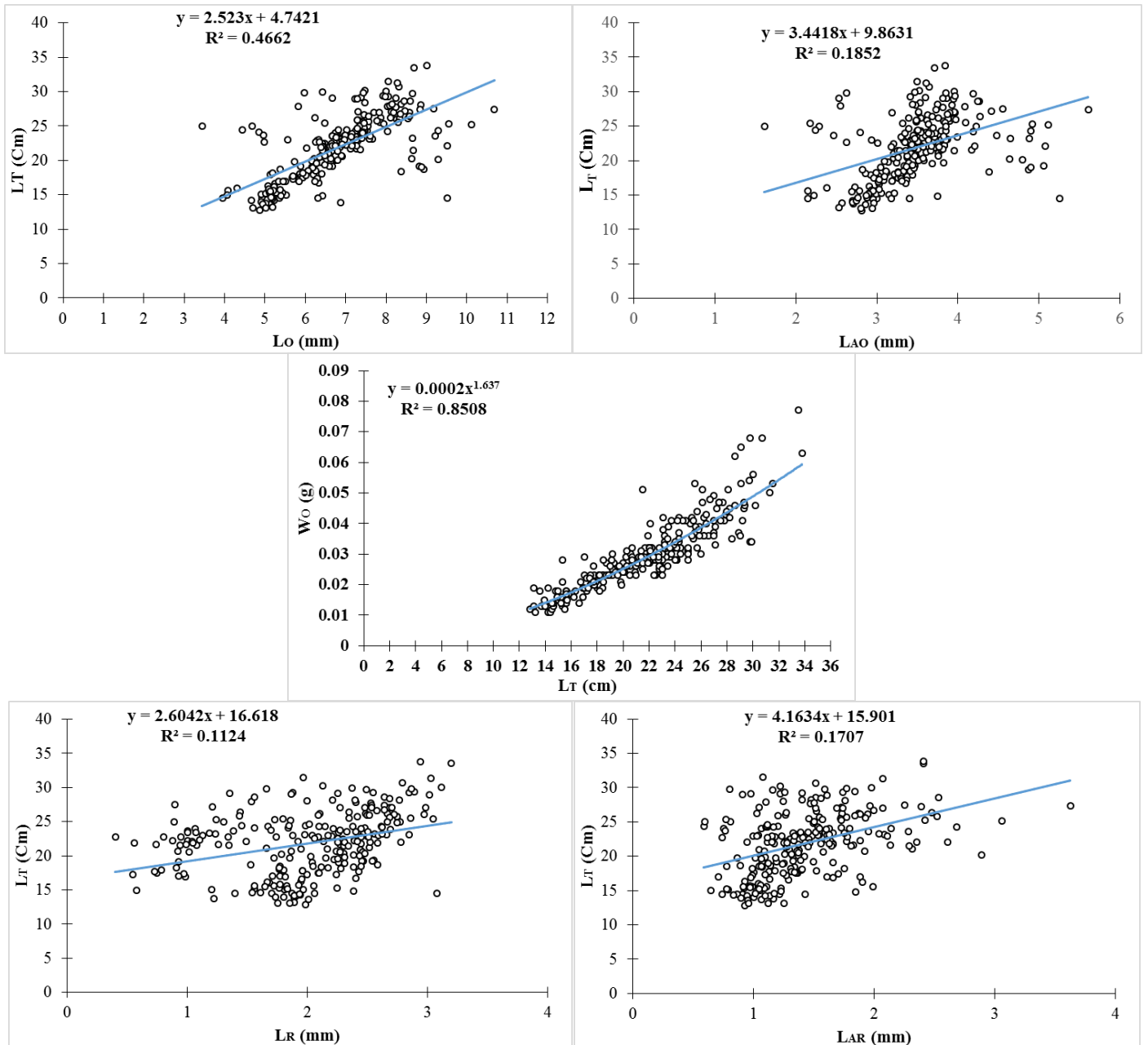
L_T : Longueur totale de poisson, **L_O** : Longueur d'otolithe, **L_A** : Largeur de l'otolithe, **L_R** : Longueur de rostre de l'otolithe, **L_{AR}** : Largeur de rostre de l'otolithe, **W_O** : Poids de l'otolithe.

Figure B2 - Droites de régression exprimant les relations entre la longueur totale de poisson et les différentes mensurations de l'otolithe chez les femelles de *L. mormyrus*.



L_T : Longueur totale de poisson, L_O : Longueur d'otolithe, L_A : Largeur de l'otolithe, L_R : Longueur de rostre de l'otolithe, L_{AR} : Largeur de rostre de l'otolithe, W_0 : Poids de l'otolithe.

Figure B3 - Droites de régression exprimant les relations entre la longueur totale de poisson et les différentes mensurations de l'otolithe chez les mâles de *L. mormyrus*.



L_T : Longueur totale de poisson, L_O : Longueur d'otolithe, L_A : Largeur de l'otolithe, L_R : Longueur de rostre de l'otolithe, L_{AR} : Largeur de rostre de l'otolithe, W_0 : Poids de l'otolithe.

Figure B4 : Droites de régression exprimant les relations entre la longueur totale de poisson et les différentes mensurations de l'otolithe chez *L. mormyrus*.

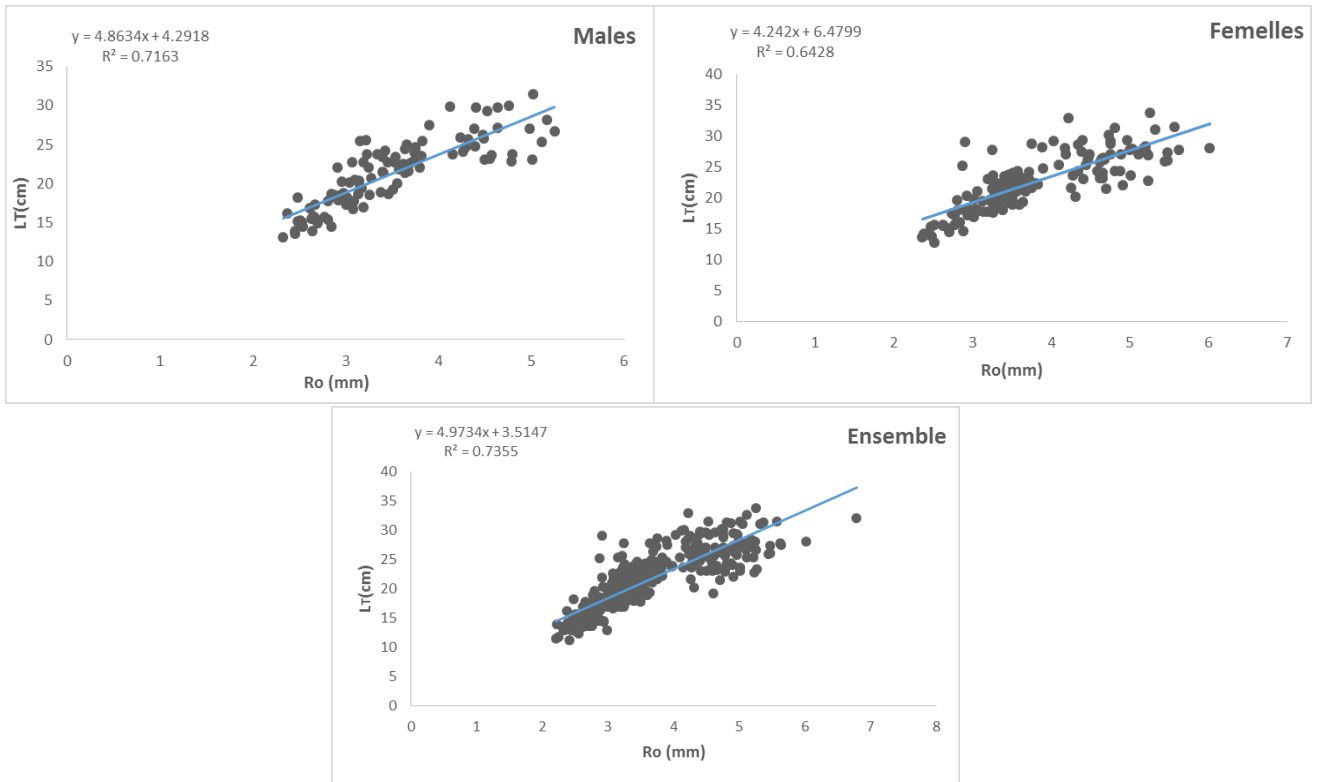


Figure B5 : Relation longueur du poisson-rayon de l'otolithe de *Lithognathus mormyrus*.

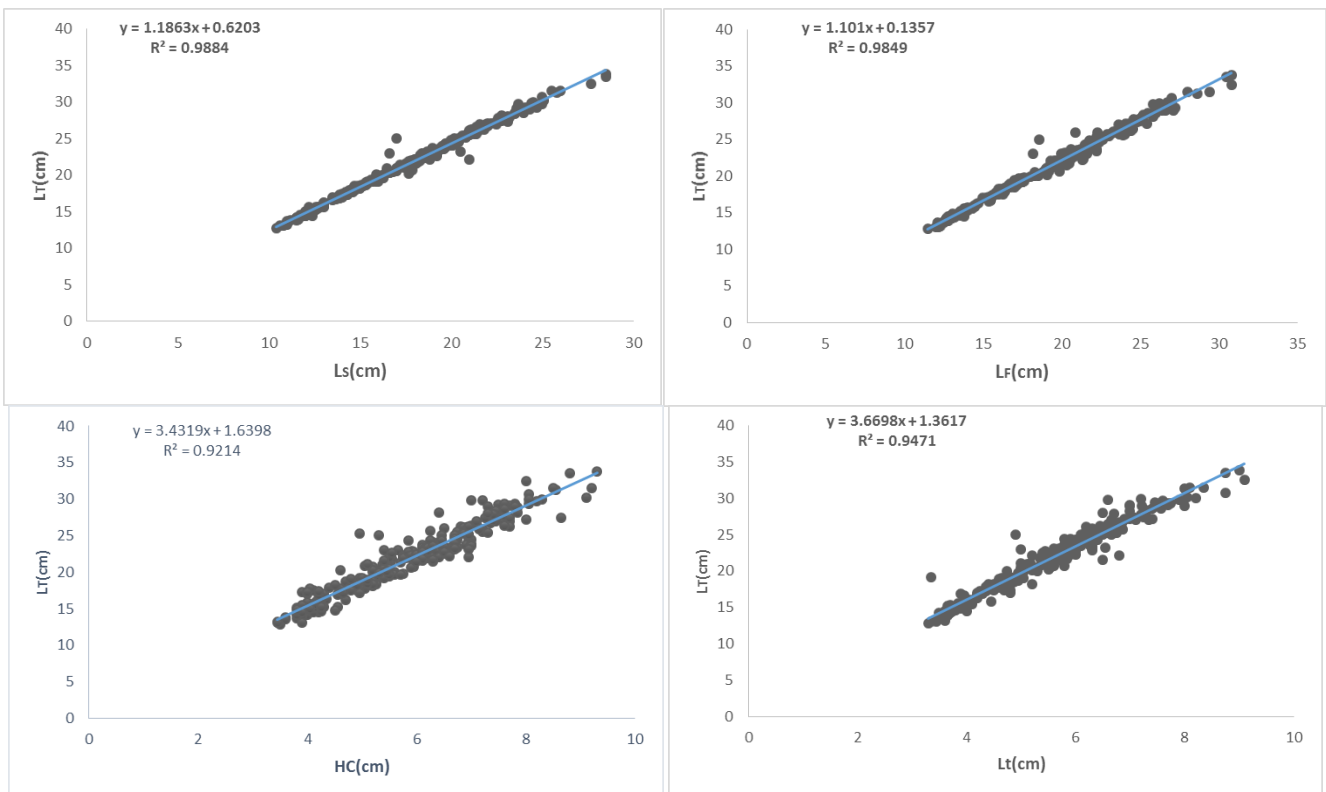


Figure B6 : Droites de régression exprimant les relations biométriques chez *L. mormyrus*

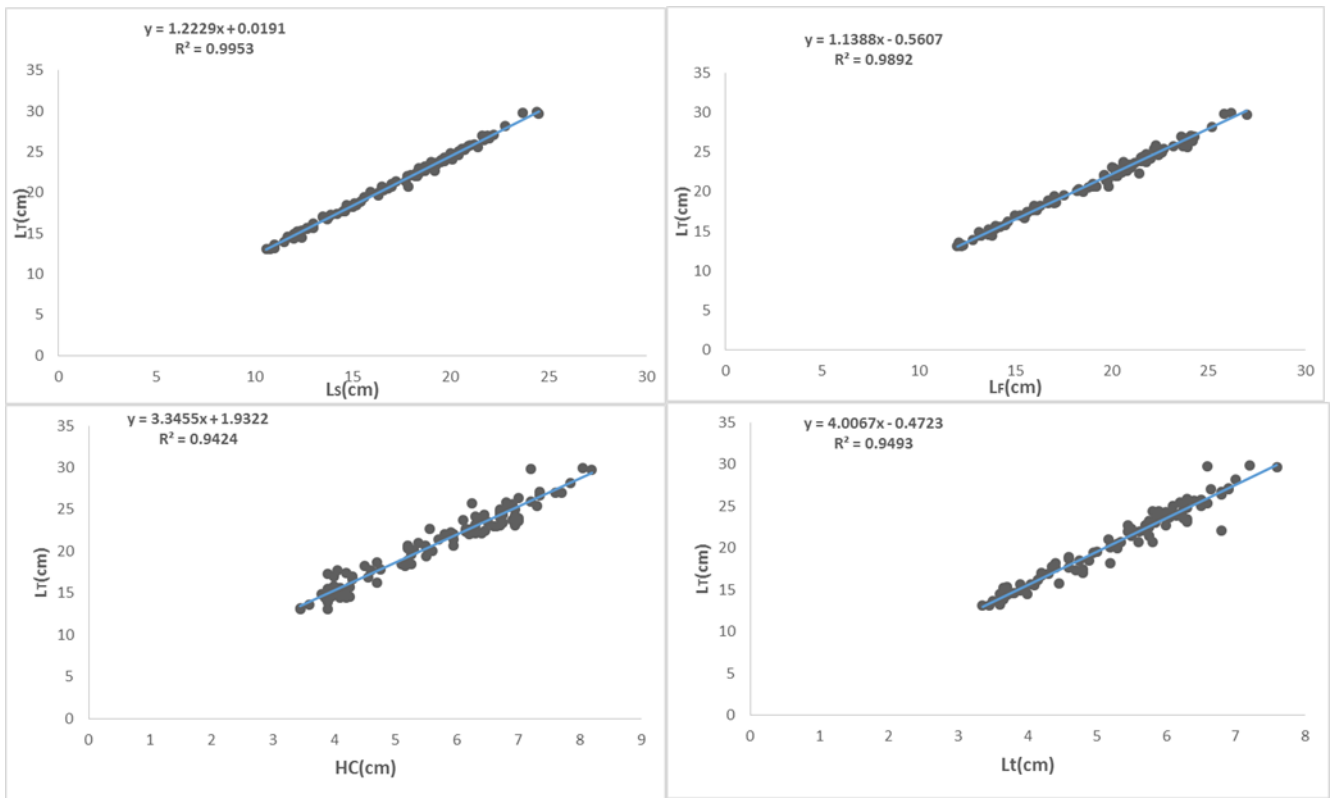


Figure B7 : Droites de régression exprimant les relations biométriques chez les mâles de *L. mormyrus*

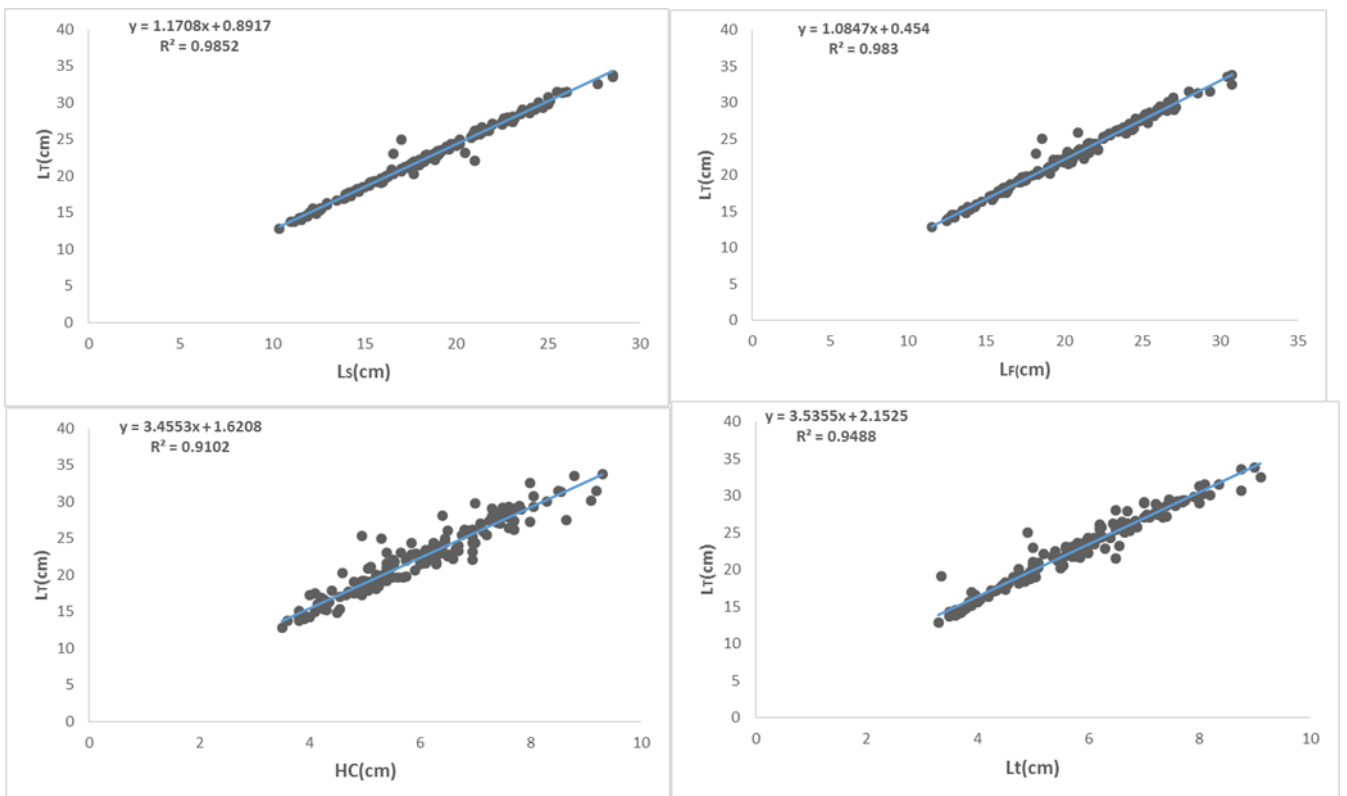


Figure B8 : Droites de régression exprimant les relations biométriques chez les femelles de *L. mormyrus*.

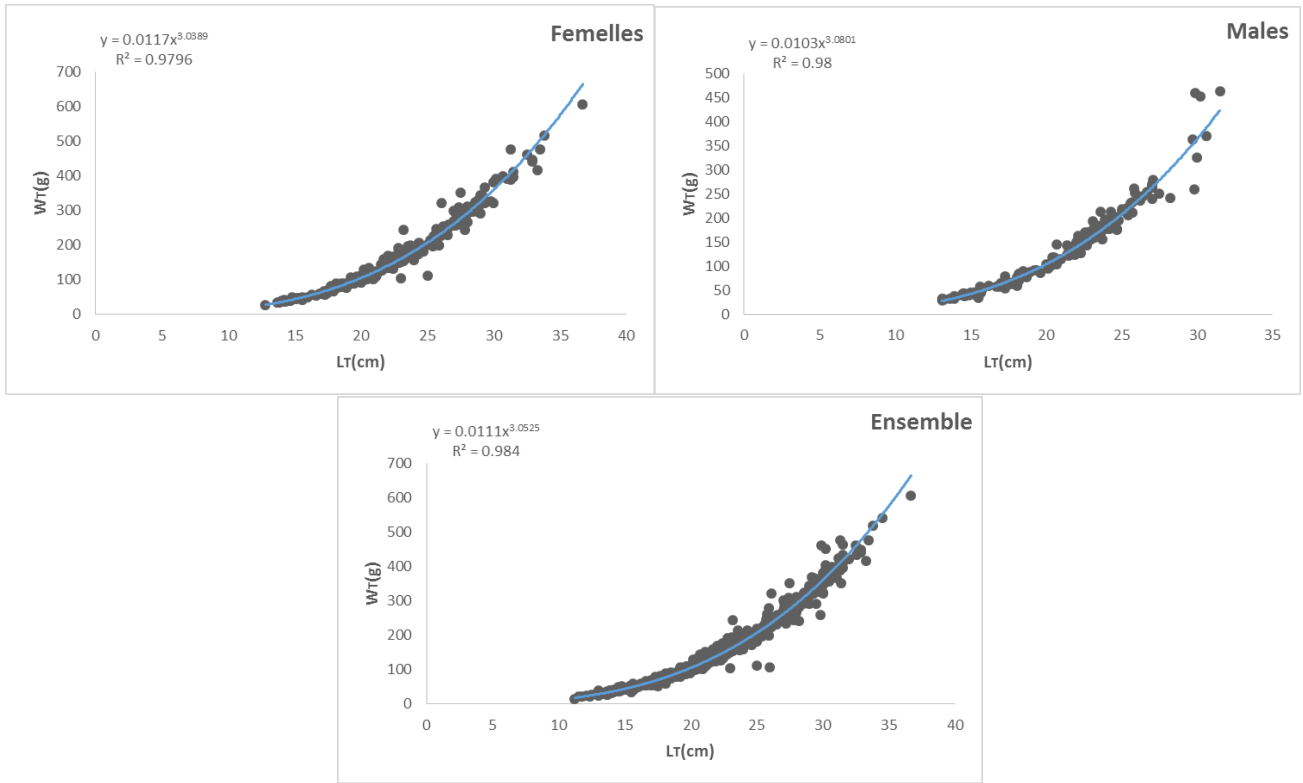


Figure B9 : La relation taille-poids chez *L. mormyrus*.

Annexe c - Photos illustratives

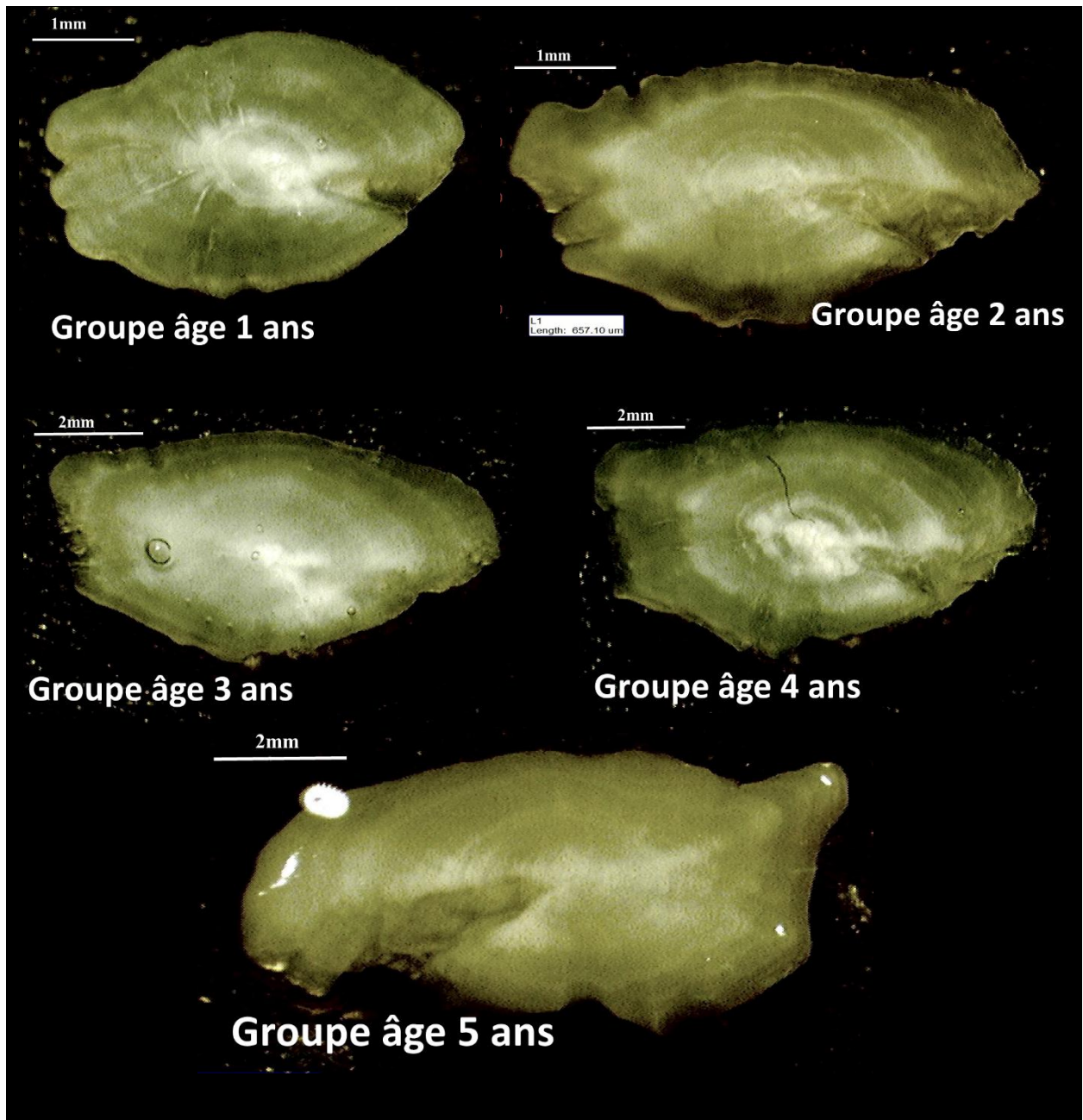


Figure C : Otolithes de *L. mormyrus* à différents groupes d'âges