

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل  
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
d'Ingénieur d'état en Sciences de la Mer  
Option : Halieutique

Thème :

**Contribution à l'étude du gobie noir *Gobius niger* L., 1785  
(Actinopterygii, Gobiiformes) de la côte algérienne :  
dynamique des populations.**

*Présenté par :* - BENFEDALLAH Ilhem.

- BOURAHLA Nesrine.

*Soutenu le 31-10-2021 devant la commission du jury composée de :*

Mme OUADAH N.	MCB	ENSSMAL	Présidente
M. KASSAR A.	MAA	ENSSMAL	Promoteur
Mme FELLAH H.	Doctorante	ENSSMAL	Examinatrice
M. KABRANE A.	MAA	ENSSMAL	Examinateur

**Année universitaire : 2020-2021**

## ***Remerciements***

Nous adressons nos plus vifs remerciements à **Mme OUADAH N.** qui nous fait l'honneur de présider ce jury malgré ses lourdes responsabilités.

**Mme FELLAH H.** qui a bien voulu examiner notre travail en dépit de ses nombreuses occupations.

**M. KABRANE A.** qui a pris le temps d'examiner ce travail, et d'apporter ses critiques constructives.

Nous adressons également nos remerciements à notre promoteur **M. KASSAR A.** qui a accepté de nous prendre sous son aile et nous a soutenus tout au long de notre travail par sa patience, ses orientations et ses précieux conseils menant à la réalisation de ce travail ainsi que pour sa direction avisée, pour laquelle ce mémoire doit beaucoup. Nous lui serons à jamais reconnaissantes.

Nos remerciements vont également à **Mme AILANE F.** qui nous a aidées en apportant son expérience et ses connaissances.

Nos plus vifs salutations et remerciements s'adressent également à **Mme MEKDAHI S.** ingénieure du laboratoire de biologie marine 2, ainsi qu'à tout le personnel de l'ENSSMAL.

## ***Dédicace***

*Avec toute mon affection, ma profonde reconnaissance, je dédie ce travail*

*A mes parents, parce qu'ils sont ce que j'ai de plus précieux ;*

*Mon support et mon pilier ; mon très cher père **Mohamed Abderrachid** qui n'a jamais cessé de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*Celle qui m'a arrosé de tendresse, d'affections et d'amour ; ma très chère mère **Salima**, pour ces prières à mon égard et ses sacrifices.*

*A mes sœurs ; Ma deuxième maman Yasmine et à son mari Abdellah, espérant qu'on se verra dans un proche avenir ;*

*Ma chère sœur NourElHouda et son mari Mohamed pour leur soutien et leur accueil durant mes années d'études ;*

*Mon âme sœur ; Ikram qui a toujours été à mes côtés pour m'écouter, me supporter et m'apporter de la joie et de la bonne humeur.*

*A mes neveux et mes nièces.*

*A mon chat Léo.*

*A mes meilleures amies Nesrine et Yasmine pour leur bonne joie de vivre et leur soutien moral.*

*A mon cher ami Rachad, qui m'a toujours supporté, aidé et été toujours à mes côtés dans les moments de joie et de désespoir.*

*A mes amies et collègues de promotion Samah, Karima, Karima N. et Noussaiba pour leur bonne humeur.*

*Que ce mémoire apporte la fierté méritée à ma maman, mon papa, mes sœurs et à 'Moi-même' !*

***BENFEDALLAH Ilhem.***

## ***Dédicace***

*Je dédie ce travail*

*A celui qui a fait de moi une femme aujourd'hui, à mon père, merci pour tous tes efforts, tes encouragements et toutes les fois où tu as été là pour moi, ces cinq années n'auraient pas été aussi faciles sans toi.*

*A ma petite maman, merci de m'avoir écouté quand j'en avais besoin, de m'avoir soutenue. Je ne serais jamais là aujourd'hui sans tes nombreuses prières et ton amour.*

*A mes frères et sœurs, Houda, Hadjer, Yazid et Walid à qui je souhaite santé, bonheur et réussite dans leur vie.*

*A mon petit neveu et ma petite nièce, Farouk et Dania.*

*A mes meilleures amies, Yasmine et Ilhem, je n'oublierai jamais les moments passés ensembles, les bons comme les mauvais, ils resteront gravés en moi.*

*A mes amies et collègues de promo, Karima, Samah, Karima. N et Noussaiba pour leur bonne joie de vivre.*

*A mon meilleur ami, Mehdi d'avoir été là pour moi, m'avoir encouragé et redonné le sourire quand il fallait.*

*A tous mes proches.*

***BOURAFLA Nesrine.***

## Résumé

Ce travail s'intéresse au gobie noir *Gobius niger* Linnaeus, 1758 qui est un poisson osseux démersal appartenant à la famille des Gobiidae. Cette étude est la première en Algérie qui fournit des informations spécifiques relatives aux différents stocks de l'espèce, elle s'est réalisée grâce à un échantillon de 1489 individus dont 907 mâles et 572 femelles collectés en 2016, 2017 et en 2021. En une première étape, une discrimination des stocks a été réalisée par la comparaison des tailles moyennes, par l'étude des caractères méristiques, et complétée par l'analyse de forme des otolithes, en utilisant le package shapeR du logiciel R. Ces analyses ont révélé qu'il existerait au moins 4 stocks du gobie noir le long du littoral algérien (Annaba, Béjaïa, région algéroise et Béni Saf). La deuxième étape consistait en l'étude de la dynamique des différents stocks identifiés. Elle a révélé les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy suivants :  $L_{\infty} = 16,72$  cm, un  $K = 0,3 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,1$  cm,  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de Annaba ;  $L_{\infty} = 16,8$  cm,  $K = 0,63 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les gobies de Béjaïa ;  $L_{\infty} = 14,68$  cm, un  $K = 0,52 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 13,8$  cm,  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de la côte algérienne ; et  $L_{\infty} = 16,7$  cm, un  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,2$  cm,  $K = 0,31 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de Béni Saf. Cette étude mérite d'être appuyée par une analyse génétique qui confirmerait les résultats obtenus.

**Mots-clés :** bassin algérien ; caractères morpho-anatomiques ; Méditerranée ; poisson benthique ; populations.

## Abstract

This work is about the black goby *Gobius niger* Linnaeus, 1758 which is a demersal bony fish belonging to the Gobiidae family. Our study is the first in Algeria which provides specific information of the different the species stocks; it was carried out by a sample of 1489 individuals, including 907 males and 572 females collected in 2016, 2017 and 2021. As a first step, stocks discrimination was carried out using total length means, meristic characteristics, and completed by otolith shape analysis by using shapeR package from R software. This analysis revealed that there would be at least four black goby stocks living in the Algerian coast (Annaba, Béjaïa, Algiers and Béni Saf). The second step was about studying population dynamics of the various identified stocks. It revealed the following growth parameters, of von Bertalanffy equation:  $L_{\infty} = 16,72$  cm,  $K = 0,3 \text{ year}^{-1}$  and  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 16,1$  cm,  $K = 0,26 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females in Annaba;  $L_{\infty} = 16,8$  cm,  $K = 0,63 \text{ years}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  years for both sexes combined in Béjaïa;  $L_{\infty} = 14,68$  cm, a  $K = 0,52 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 13,8$  cm,  $K = 0,5 \text{ years}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females in Algiers; and  $L_{\infty} = 16,7$  cm, a  $K = 0,26 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 16,2$  cm,  $K = 0,31 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females, in Béni Saf. This study deserves to be supported by genetic analyses, which would confirm obtained results.

**Keywords:** Algerian basin, morpho-anatomical characteristics, Mediterranean Sea, benthic fish, populations.

## الملخص

يهتم هذا العمل بالقوبيون الأسود وهي سمكة عظمية قاعية تنتمي إلى عائلة القوبيونيات، تم إجراء ذلك بفضل عينة من 1489 سمكة منهم 907 ذكر و572 أنثى تم جمعها في 2016 و 2017 و 2021. في الخطوة الأولى، تم التمييز بين التجمعات المحلية باستخدام الصفات الجسمانية، وتم استكمالها أيضًا بتحليل شكل عظمة الأذن، باستخدام shapeR من برنامج R . تم تحديد أربع تجمعات محلية للقوبيون الأسود على طول الساحل الجزائري (عنابة، بجاية، منطقة العاصمة، بني صاف). تتألف الخطوة الثانية من دراسة ديناميكيات مختلف المجموعات المحددة. كشفت عن معاملات النمو التالية من معادلة فون بيرتالانفي :  $L_{\infty} = 16,72 \text{ cm}$  ,  $K = 0,3 \text{ an}^{-1}$  و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للذكور و  $L_{\infty} = 16,1 \text{ cm}$  ,  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للإناث من عنابة ؛  $L_{\infty} = 16,8 \text{ cm}$  ,  $K = 0,63 \text{ an}^{-1}$  و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للجنسين مجتمعين من بجاية ؛  $L_{\infty} = 14,68 \text{ cm}$  ,  $K = 0,52 \text{ an}^{-1}$  و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للذكور و  $L_{\infty} = 13,8 \text{ ans}$  ,  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$  و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للإناث من الساحل الجزائري ؛ و  $L_{\infty} = 16,7 \text{ cm}$  ، و  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  ، و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للذكور و  $L_{\infty} = 16,2$  ، و  $K = 0,31 \text{ an}^{-1}$  ، و  $t_0 = 0 \text{ ans}$  للإناث بني صاف. تستحق هذه الدراسة أن تُدعم بالتحليل الجيني الذي قد يؤكد النتائج التي تم الحصول عليها.

**الكلمات المفتاحية:** حوض الجزائري، الصفات الجسمانية، البحر المتوسط، أسماك القاع، التجمعات المحلية.

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Morphologie générale du <i>Gobius niger</i> L., 1758.....	5
<b>Figure 02</b> : Ventouse des Gobiidae, <i>G. niger</i> L., 1758.....	5
<b>Figure 03</b> : Schéma de la distribution des pores et séries de papilles sensorielles « génipores » chez <i>G. niger</i> . .....	6
<b>Figure 04</b> : Dimorphisme sexuel chez <i>G. niger</i> (Gobiidae). .....	7
<b>Figure 05</b> : Aspect de dimorphisme sexuel chez <i>G. niger</i> .....	7
<b>Figure 06</b> : Carte de répartition native générée par ordinateur pour <i>G. niger</i> . .....	8
<b>Figure 07</b> : Carte présentant la côte algérienne (Hemida, 2005). .....	8
<b>Figure 08</b> : Carte représentant les différents sites d'échantillonnage. ....	11
<b>Figure 09</b> : Différentes mensurations effectuées sur <i>G. niger</i> .....	14
<b>Figure 10</b> : Photo de l'arc branchial gauche de <i>G. niger</i> .....	15
<b>Figure 11</b> : Photo d'un fragment de la colonne vertébrale de <i>G. niger</i> sous microscope (Gx40). .....	15
<b>Figure 12</b> : Photo d'une paire d'otolithe ( <i>Sagittae</i> ) de <i>G. niger</i> .....	18
<b>Figure 13</b> : Structure de l'otolithe droit de <i>G. niger</i> .....	18
<b>Figure 14</b> : Les différentes étapes pour le prélèvement des otolithes de <i>G. niger</i> . .....	19
<b>Figure 15</b> : Photographie des otolithes de <i>G. niger</i> . .....	20
<b>Figure 16</b> : Forme de l'otolithe de <i>G. niger</i> . .....	39
<b>Figure 17</b> : Forme moyenne des otolithes basée sur la reconstruction de Fourier. ....	41
<b>Figure 18</b> : Forme moyenne des otolithes basée sur la reconstruction de Wavelet.....	42
<b>Figure 19</b> : Qualité de reconstruction des contours par les coefficients de Fourier et Wavelet. ....	43
<b>Figure 20</b> : Moyenne et écart type (sd) des coefficients de Wavelet pour tous les otolithes combinés et la proportion de variance entre les groupes (ICC, ligne continue noire). .....	43
<b>Figure 21</b> : Polygones des fréquences de taille de <i>G. niger</i> de Annaba. ....	46
<b>Figure 22</b> : Polygones des fréquences de taille de <i>G. niger</i> de Béjaïa. ....	47
<b>Figure 23</b> : Polygones des fréquences de taille de <i>G. niger</i> de la côte algéroise.....	47
<b>Figure 24</b> : Polygones des fréquences de taille de <i>G. niger</i> de Béni Saf.....	47
<b>Figure 25</b> : Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de <i>G. niger</i> de Annaba. ....	50
<b>Figure 26</b> : Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de <i>G. niger</i> de Béjaïa.....	51
<b>Figure 27</b> : Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de <i>G. niger</i> de la côte algéroise. ....	52
<b>Figure 28</b> : Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de <i>G. niger</i> de Béni Saf. ....	53
<b>Figure 29</b> : Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de <i>G. niger</i> de Annaba obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson. ....	54
<b>Figure 30</b> : Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de <i>G. niger</i> de Béjaïa obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson. ....	54
<b>Figure 31</b> : Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de <i>G. niger</i> de la côte algéroise obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson. ....	55
<b>Figure 32</b> : Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de <i>G. niger</i> de Béni Saf obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson.....	55

<b>Figure 33</b> : Courbes de croissance linéaire théorique de <i>G. niger</i> dans les quatre stocks (modèle de von Bertalanffy). .....	61
<b>Figure 34</b> : Equation puissance, relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Annaba. ....	63
<b>Figure 35</b> : Equation puissance, relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Béjaïa.....	64
<b>Figure 36</b> : Equation puissance, relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de la côte algéroise.....	65
<b>Figure 37</b> : Equation puissance, relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Béni Saf.....	66
<b>Figure 38</b> : Courbes de croissance pondérale théorique de von Bertalanffy de <i>G. niger</i> de chaque stock. ....	68

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Nombre des individus échantillonnés dans chaque région (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf). .....	11
<b>Tableau 02</b> : Nombre des individus utilisés pour le comptage des caractères méristiques de chaque région (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf). .....	13
<b>Tableau 03</b> : Les indices de forme calculés à partir des descripteurs de distance. ....	21
<b>Tableau 04</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (LT).....	31
<b>Tableau 05</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (LT).....	31
<b>Tableau 06</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet sexe de la variable qualitative (LT).....	31
<b>Tableau 07</b> : Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (LT). ....	31
<b>Tableau 08</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (D1).....	33
<b>Tableau 09</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (D1). ....	33
<b>Tableau 10</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (D2).....	34
<b>Tableau 11</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (D2). ....	34
<b>Tableau 12</b> : Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (D2). ....	34
<b>Tableau 13</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (P). ....	35
<b>Tableau 14</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (P).....	35
<b>Tableau 15</b> : Résultats du test MANOVA pour la variable qualitative (A). ....	35
<b>Tableau 16</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (V).....	36
<b>Tableau 17</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (V). ....	36
<b>Tableau 18</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (Br). ....	36
<b>Tableau 19</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (Br). ....	36
<b>Tableau 20</b> : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (Ver). ....	37
<b>Tableau 21</b> : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (Ver). ...	37
<b>Tableau 22</b> : Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (Ver). ....	38
<b>Tableau 23</b> : Récapitulatif de l'analyse des caractères méristiques de <i>G. niger</i> . ....	38
<b>Tableau 24</b> : Moyennes des descripteurs de distance de chaque région obtenues par shapeR. ....	40
<b>Tableau 25</b> : Moyennes des indices de forme de chaque région obtenues par shapeR.....	40
<b>Tableau 26</b> : Tableau récapitulatif des différentes analyses discriminantes effectuées entre les régions. ....	44
<b>Tableau 27</b> : Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et femelles de <i>G. niger</i> dans les quatre régions.....	45
<b>Tableau 28</b> : Clé âge-longueur de <i>G. niger</i> de Annaba obtenue par la méthode de Bhattacharya.....	50
<b>Tableau 29</b> : Clé âge-longueur de <i>G. niger</i> de Béjaïa obtenue par la méthode de Bhattacharya. ....	51
<b>Tableau 30</b> : Clé âge-longueur de <i>G. niger</i> de la côte algéroise obtenue par la méthode de Bhattacharya.....	52
<b>Tableau 31</b> : Clé âge-longueur de <i>G. niger</i> de Béni Saf obtenue par la méthode de Bhattacharya.....	53
<b>Tableau 32</b> : $L_{\infty}$ , K et $t_0$ de <i>G. niger</i> obtenus par la méthode de Tomlinson et Abramson. ...	55
<b>Tableau 33</b> : Longueur asymptotique estimée par la méthode de Pauly chez <i>G. niger</i> . ....	56
<b>Tableau 34</b> : Coefficient de croissance estimé par la méthode de Pauly chez <i>G. niger</i> .....	56
<b>Tableau 35</b> : Détermination de l'âge hypothétique de <i>G. niger</i> par la relation de Pauly.....	57

<b>Tableau 36</b> : Paramètres de croissance ( $L_{\infty}$ , K) ainsi que les valeurs SS et SL estimés par l'onglet K-scan de ELEFAN I pour <i>G. niger</i> . .....	58
<b>Tableau 37</b> : Couple des valeurs $L_{\infty}/K$ retenues de la méthode ELEFAN I pour <i>G. niger</i> . ...	58
<b>Tableau 38</b> : Récapitulatif des paramètres de croissance $L_{\infty}$ , K et $t_0$ de Annaba. ....	59
<b>Tableau 39</b> : Récapitulatif des paramètres de croissance $L_{\infty}$ , K et $t_0$ de la région de Béjaïa. ....	59
<b>Tableau 40</b> : Récapitulatif des paramètres de croissance $L_{\infty}$ , K et $t_0$ de la côte algéroise.....	59
<b>Tableau 41</b> : Récapitulatif des paramètres de croissance $L_{\infty}$ , K et $t_0$ de Béni Saf.....	59
<b>Tableau 42</b> : Récapitulatif des différents paramètres de croissance obtenus par la méthode d' <i>ELEFAN I</i> de chaque stock. ....	60
<b>Tableau 43</b> : Comparaison des paramètres de croissance régionaux de <i>G. niger</i> . ....	60
<b>Tableau 44</b> : Paramètres de la relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Annaba. ....	62
<b>Tableau 45</b> : Paramètres de la relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Béjaïa.....	64
<b>Tableau 46</b> : Paramètres de la relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de la côte algéroise.....	65
<b>Tableau 47</b> : Paramètres de la relation taille-poids chez <i>G. niger</i> de Béni Saf.....	66

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I : Généralités</b> .....	3
1. Présentation de l'espèce .....	3
1.1. Position systématique du gobie noir .....	3
1.2. Dénominations communes .....	3
1.3. Description de l'espèce .....	3
1.4. Biologie .....	6
1.4.1 Régime alimentaire .....	6
1.4.2 Reproduction .....	6
1.4.3 Longévité .....	7
1.5. Habitat et distribution spatiale .....	7
2. Zone d'étude .....	8
2.1. Présentation de la zone d'étude .....	8
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b> .....	11
1. Echantillonnage .....	11
2. Traitement des échantillons .....	13
3. Identification des stocks .....	15
3.1 Notions de population et de stock .....	15
3.2 Détermination des stocks par les tailles moyennes et les caractères méristiques .....	16
3.3 Détermination des stocks par la forme des otolithes .....	17
3.3.1 Etude de la forme des otolithes .....	17
3.3.2 Définition et structuration des otolithes .....	17
3.3.3 Prélèvement des otolithes .....	18
3.3.4 Photographie des otolithes .....	19
3.3.5 Analyse de la forme des otolithes .....	20
3.3.5.1 Analyse des ellipses de Fourier (EFA) .....	20
3.3.5.2 Méthode de Wavelet (transformation en ondelette) .....	21
3.3.5.3 Descripteurs de forme .....	21
4. Caractérisation des stocks .....	21
4.1 Comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles .....	22
4.2 Construction des tableaux de distribution de fréquences de taille .....	22
4.3 Etude de la croissance .....	23
4.3.1 Le modèle de von Bertalanffy (1938) .....	23
4.3.2 Estimation des paramètres de croissance .....	23

4.3.2.1	Analyse de structure d'âge .....	23
4.3.2.1.1	Méthode de Bhattacharya (1967) .....	23
4.3.2.1.2	Méthode de Tomlinson et Abramson (1961) .....	24
4.3.2.2	Analyse de structure de taille .....	24
4.3.2.2.1	Méthode de Pauly (1985), estimation de la longueur asymptotique.....	24
4.3.2.2.2	Méthode de Pauly et Munro (1984), estimation du coefficient de croissance K24	
4.3.2.2.3	Méthode de Pauly ; Estimation de $t_0$ .....	25
4.3.2.2.4	Electronic Length Frequency Analysis <i>ELEFAN I</i> .....	25
4.4	Croissance pondérale .....	27
4.4.1	Relation taille-poids .....	27
4.4.2	Equation de croissance pondérale .....	28
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b> .....		30
1.	Détermination des stocks .....	30
1.1	Par les tailles moyennes et les caractères méristiques .....	30
1.2	Par la forme des otolithes .....	39
1.2.1	Description des contours des otolithes.....	39
1.2.2	Descripteurs de forme des otolithes .....	39
1.2.3	Forme moyenne des otolithes .....	41
1.2.3.1	Reconstruction de Fourier .....	41
1.2.3.2	Reconstruction de Wavelet .....	41
1.2.3.3	Evaluation de la qualité de reconstruction des contours.....	42
1.2.3.4	Angles de variabilité des coefficients de Wavelet .....	43
1.2.3.5	Stocks identifiés .....	44
2.	Caractérisation des stocks .....	44
2.1	Comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles .....	44
2.2	Distributions de fréquences de taille du gobie noir .....	45
2.2	Etude de la croissance.....	49
2.2.1	Modèle de von Bertalanffy (1938).....	49
2.2.1.1	Analyse de structure d'âge .....	49
2.2.1.1.1	Méthode de Bhattacharya (1967).....	49
2.2.1.1.2	Méthode de Tomlinson et Abramson (1961) .....	53
2.2.1.2	Analyse de structure de taille .....	56
2.2.1.2.1	Méthode de Pauly (1985).....	56
2.2.1.2.2	Méthode de Pauly et Munro (1984) .....	56
2.2.1.2.3	Méthode de Pauly (1985).....	57

2.2.1.2.4 Electronic Length Frequency Analysis ( <i>ELEFAN I</i> ) .....	57
2.3 Choix des paramètres de croissance .....	59
2.4 Croissance relative : Relation taille-poids .....	62
2.5 Croissance pondérale .....	67
<b>Conclusion</b> .....	70
<b>Références bibliographiques</b> .....	73

# **INTRODUCTION**

## Introduction

Ce travail s'insère dans les travaux de recherche du laboratoire Conservation et Valorisation des Ressources Marines (CVRM-ENSSMAL).

La famille des Gobiidae est la plus grande famille des poissons osseux avec plus de 2000 espèces réparties entre eaux douces et eau salées autour du globe (Cuvier, 1816), dont le gobie noir *Gobius niger* fait partie. C'est un poisson osseux démersal ayant une importance économique non négligeable. Le prix moyen d'un kilogramme de gobie noir *Gobius niger* dans les marchés algériens est estimé à 1000 Da.

Notre étude est réalisée dans le but d'étudier la dynamique des populations, en apportant des informations sur l'âge et sur les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy.

En premier lieu, nous avons tenté d'identifier les différents stocks occupant les eaux algériennes par une compilation de trois techniques ; une comparaison des tailles moyennes, une analyse des caractères méristiques, et par une étude de la forme des otolithes. Par la suite, nous avons procédé à l'étude de l'âge et à l'estimation des paramètres de croissance des différents stocks qui ont été identifiés.

Ce manuscrit est structuré de la manière suivante :

- ❖ Un premier chapitre comportant des généralités sur l'espèce étudiée, *G. niger* ; présentation de l'espèce ainsi que la zone d'étude.
- ❖ Un deuxième chapitre contenant le matériel utilisé et les méthodes appliquées pour parvenir aux résultats souhaités.
- ❖ Un troisième chapitre qui est réparti en deux parties ; une pour l'analyse discriminante des stocks en utilisant la taille moyenne, les caractères méristiques, et la forme des otolithes, et une autre pour l'étude de l'âge et de la croissance des stocks identifiés.
- ❖ Et en dernier, une conclusion résumant les différents résultats obtenus et enfin une série de perspectives et recommandations.

**CHAPITRE I :**  
**GENERALITES**

# Chapitre I : Généralités

## 1. Présentation de l'espèce

Le gobie noir, *Gobius niger* Linné, 1758, est un petit téléostéen appartenant à la famille des Gobiidae pouvant atteindre l'âge de 4 à 5 ans (Vaas *et al.*, 1975 ; Fabi et Giannetti, 1984; Nash, 1984; Vesey et Langford, 1985; Doornbos et Twisk, 1987; Joyeux *et al.*, a, sous presse).

### 1.1. Position systématique du gobie noir

La classification de *G. niger* est donnée comme suit (Froese, R. *in* D. Pauly., 2021).

**Règne** Animalia

**Phylum** Chordata

**Sous-phylum** Vertebrata

**Infra-phylum** Gnathostomata

**Super-classe** Actinopterygii

**Classe** Actinopteri

**Sous-classe** Teleostei

**Ordre** Gobiiformes

**Famille** Gobiidae

**Sous-famille** Gobiinae

**Genre** *Gobius*

**Espèce** *niger* L., 1758

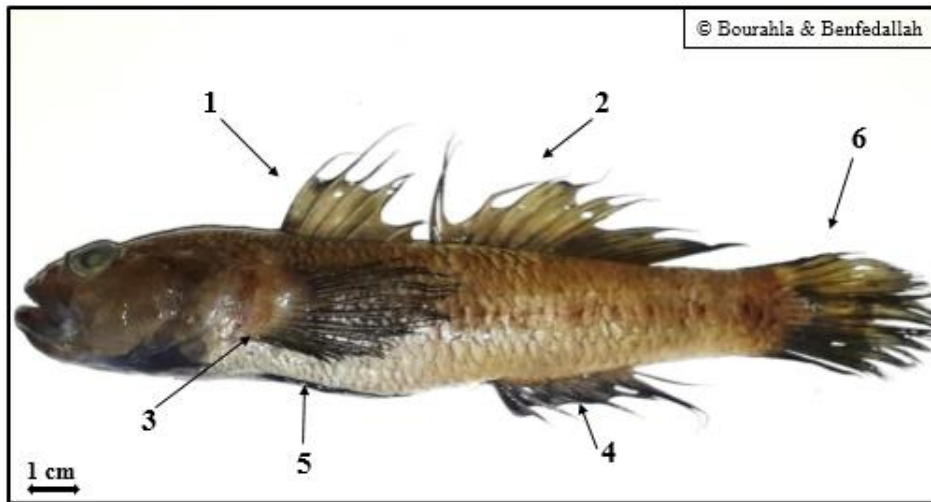
### 1.2. Dénominations communes

Le gobie noir a plusieurs dénominations selon les pays dont ; Gobie (France), Glavoč (Croatie), Chapparudo (Espagne), Ghiozzo nero (Italie), Zwarte grondel (Pays-Bas), Caboz ou encore Caboz-negro (Portugal) (Froese, R. et D. Pauly., 2018) Gobie, Gabolé, Caabote ou Chadi (Algérie).

### 1.3. Description de l'espèce

Le gobie noir a un corps massif et une tête large (avec des lèvres épaisses), sa taille adulte commence à partir de 6cm tandis que sa taille maximale peut atteindre 20 cm. Sa première nageoire dorsale est très développée (en forme de pointe) ainsi que sa première et sa deuxième nageoire dorsale portent une tache noire sur la partie antérieure. Le corps est marbré de brun

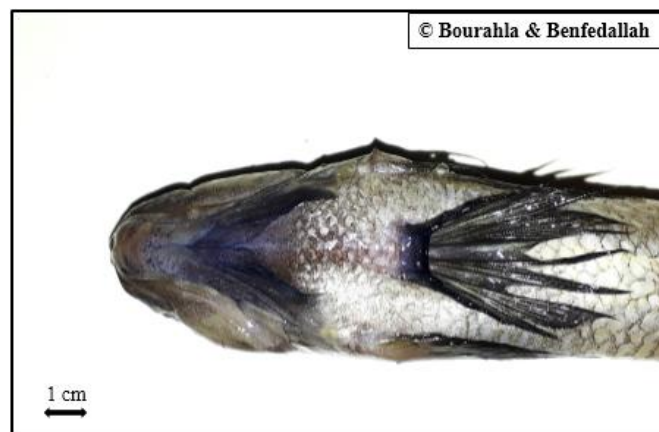
clair à brun sombre (en période de frai, le mâle prend une teinte très sombre) (Bodilis *et al.*, 2021) (fig. 01)



**Figure 01 :** Morphologie générale du *Gobius niger* L., 1758.

**Caractères généraux :** (1) première nageoire dorsale ; (2) deuxième nageoire dorsale ; (3) nageoire pectorale ; (4) nageoire anale ; (5) ventouse ; (6) nageoire caudale.

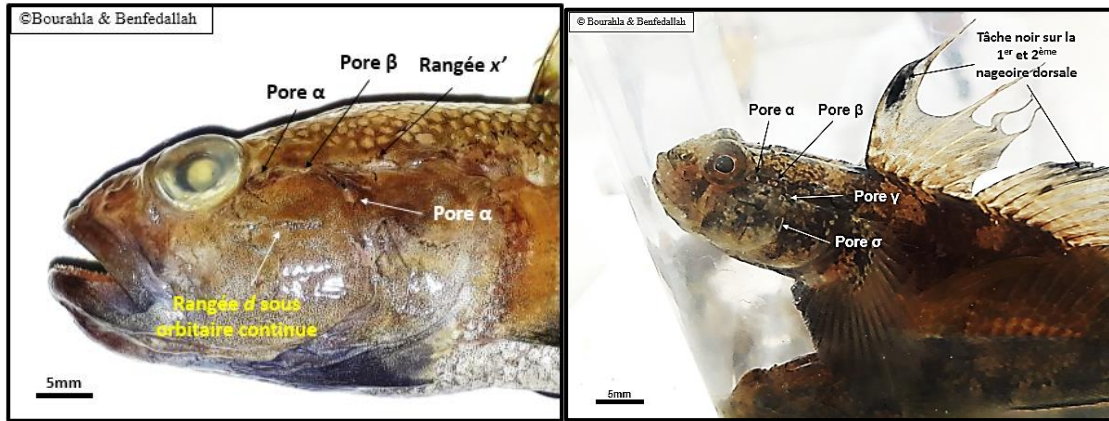
Les gobies ont une particularité morphologique les caractérisant : les nageoires pelviennes ont fusionné en une puissante ventouse ventrale, qu'ils utilisent pour remonter les cours d'eau et franchir des obstacles naturels (cascade) (Keith *et al.*, 2008) (**fig. 02**).



**Figure 02 :** Ventouse des Gobiidae, *G. niger* L., 1758.

Les pores et les canaux muqueux situés sur la tête au niveau et autour des yeux, dessinent un schéma caractéristique de l'espèce (Bodilis *et al.*, in DORIS, 2021).

L'étude de ces pores à la loupe binoculaire est le seul critère reconnu par les spécialistes pour identifier à coup sûr l'espèce. (Bodilis *et al.*, in DORIS, 2021) (**fig. 03**).



**Figure 03** : Schéma de la distribution des pores et séries de papilles sensorielles « génipores » chez *G. niger*.

## 1.4. Biologie

### 1.4.1 Régime alimentaire

D'après De Casabianca et Kiener (1969) ; *Gobius niger* est un mangeur benthique, capturant sa nourriture à vue, principalement pendant la journée. Le gobie noir se nourrit principalement de crustacés (amphipodes, isopodes, crevettes, mysidacés, petits crabes), de bivalves, de gastéropodes, de polychètes, de larves de chironomes (milieux saumâtres) et parfois de petits poisson (Bodilis *et al.*, 2021).

### 1.4.2 Reproduction

La reproduction de *G. niger* méditerranéen a été décrite par Kinzer (1960). La maturité sexuelle est atteinte à la fin de la première année de vie (Fabi et Froglià, 1984). Selon divers auteurs, la période de reproduction de *G. niger* peut durer de mai à juillet-août (Duncker et Ladiges, 1960 ; Muus, 1966 ; De Casabianca et Kiener, 1969) ou de mars à juillet (Bodilis *et al.*, 2021).

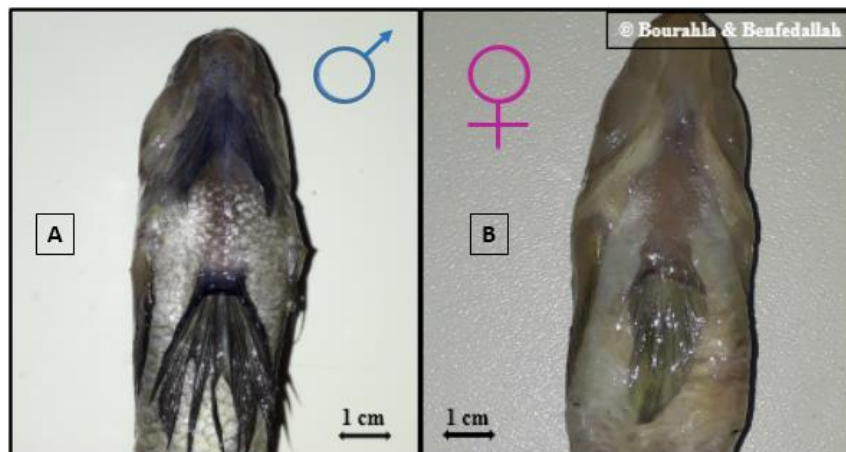
Le mâle des gobies creuse des trous sous les pierres ou les coquillages et les femelles déposent leurs œufs sur la face inférieure de ces substrats durs. Les œufs sont en forme de poire avec une taille d'environ 2 mm (Vaas *et al.*, 1975). Les femelles pondent 5 à 8 fois par an. Les larves attirées par la lumière, nagent alors vers la surface pour entamer leur vie planctonique. Quand elles atteignent la taille de 9 mm, elles commencent leur vie de poisson benthique. Cette phase est appelée recrutement (Bodilis, Le bris, 2021).

Le dimorphisme sexuel chez le *G. niger* et les gobies en général est bien visible au niveau de la papille ano-uro-génitale généralement conique chez les mâles et cylindrique chez les femelles (Louiz., 2013) (**fig. 04**).



**Figure 04 :** Dimorphisme sexuel chez *G. niger* (Gobiidae).  
**A :** mâle ; **B :** femelle.

Nous observons une coloration d'un blanc laiteux sur la face dorsale de la bouche jusqu'à la ventouse chez les femelles, et d'un bleu foncé chez les mâles (**fig. 05**).



**Figure 05 :** Aspect de dimorphisme sexuel chez *G. niger*.  
**A :** mâle ; **B :** femelle.

### 1.4.3. Longévité

Selon divers auteurs, l'âge maximum de *Gobius niger* peut être de 2 ans (Fage, 1915a, 1915b), 3 ans (Duncker et Ladiges, 1960 ; Muus, 1966) voire 4 à 5 ans (Miller, 1961 ; Bodilis *et al.*, 2021).

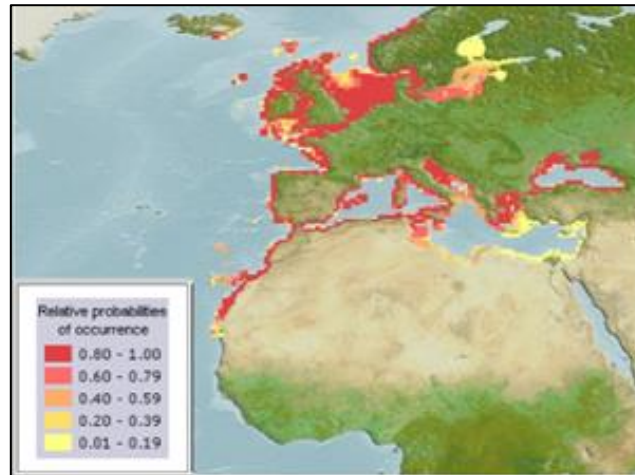
### 1.5. Habitat et distribution spatiale

Le gobie noir *Gobius niger* (L., 1758) vit dans des zones sablonneuses ou boueuses ou sur des roches recouvertes de sédiments. Il peut tolérer une salinité réduite et se trouve donc également dans les estuaires, les lagunes et les lacs marins (Picton et Morrow, 2016).

Il est fréquemment pêché en mer jusqu'à 75 mètres de profondeur, sa présence dans des biotopes aussi variés en font un cas à part parmi les gobies atlantoméditerranéens (Joyeux *et al.*, 1991).

Le gobie noir est largement distribué dans l'Atlantique Est et la mer Méditerranée (y compris la mer Noire), dans toute l'Afrique du Nord depuis le Cap Blanc, la Mauritanie au nord et à

l'est jusqu'au canal de Suez et le long de la côte atlantique orientale vers le nord vers Trondheim (Norvège) et la mer Baltique (Miller, 1986) (**fig. 06**).



**Figure 06** : Carte de répartition native générée par ordinateur pour *G. niger*. (Scarponi *et al.*, 2018 in Kaschner *et al.*, 2019).

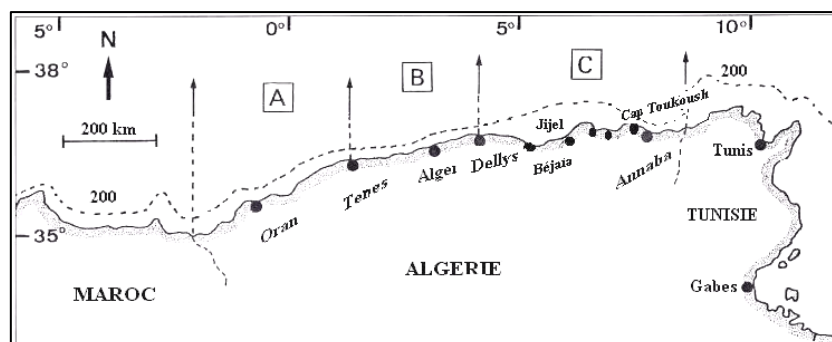
*Note* : Les couleurs de l'aire de répartition indiquent le degré d'adéquation de l'habitat qui est interprété comme la probabilité d'occurrence dans la zone de distribution naturelle.

## 2. Zone d'étude

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

Notre zone d'étude est du côté du bassin occidental de la mer Méditerranée, plus précisément au Sud-Ouest où l'on trouve le littoral algérien.

La côte algérienne s'étend sur une frange littorale de 1622 km entre les longitudes 2.2°W et 8.5°E de Marsa Ben M'Hidi, à l'Ouest, au Cap Roux, à l'Est. Elle se présente comme une succession de baies plus au moins ouvertes séparées par des régions très escarpées (Grimes, 2010 ; MREE-PAP RAC/PAM, 2015) (**fig.07**).



**Figure 07** : Carte présentant la côte algérienne (Hemida, 2005).  
**A** : région ouest ; **B** : région centre ; **C** : région est.



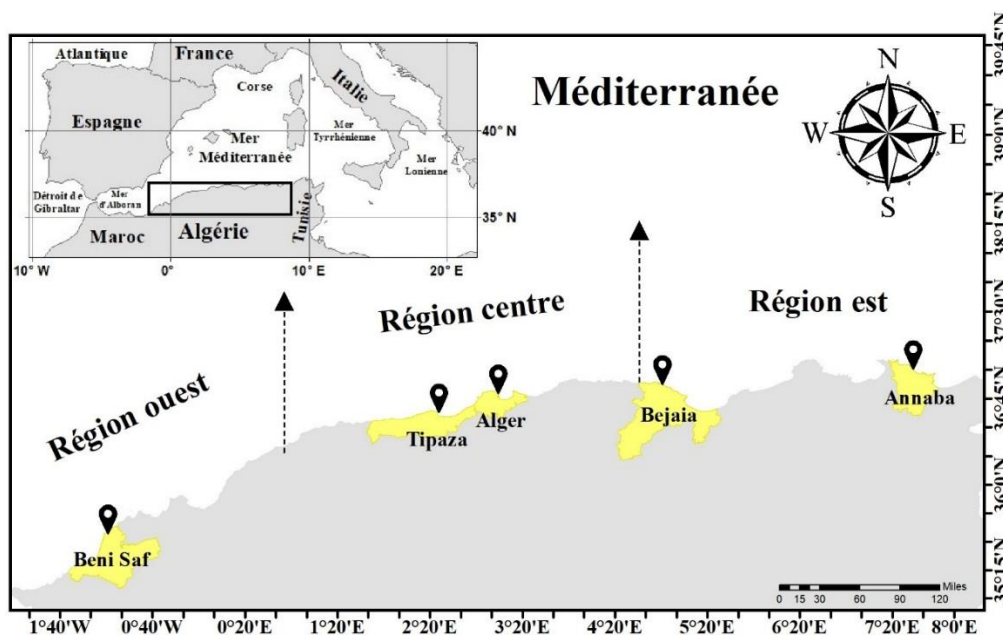
**CHAPITRE II :**  
**MATERIEL ET METHODES**

## Chapitre II : Matériel et méthodes

Ce travail s'insère dans les travaux de recherche du laboratoire Conservation et Valorisation des Ressources Marines (CVRM-ENSSMAL).

### 1. Echantillonnage

L'échantillonnage des différents individus du gobie noir s'est fait tout au long du littoral algérien. Les sites étant Annaba, Béjaïa et la région algéroise et Beni Saf (**fig. 08**).



**Figure 08 :** Carte représentant les différents sites d'échantillonnage.

Milles quatre cent quatre-vingt-neuf individus de *Gobius niger* dont **907** mâles et **572** femelles proviennent de plusieurs lots d'échantillons effectués en 2016, 2017 et 2021 (**tab. 01**).

**Tableau 01 :** Nombre des individus échantillonnés dans chaque région (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf).

Région	Annaba				Béjaïa		Côte algéroise		Béni Saf	
Année	2016		2021		2017		2021		2017	
Sexe	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Nombre d'individus	319	101	203	80	152	171	23	20	213	207
Total	703				323		43		420	
	1489									

#### Annaba

Nous avons utilisé un échantillon composé de **703** individus, dont **420** individus de l'an 2016 avec **319** mâles et **101** femelles, et un échantillon de 2021, composé de **283** individus avec

**203** mâles et **80** femelles. Tous les individus de cette région proviennent de prises commerciales à la pêcherie d'Alger.

Il mérite d'être noté que le gobie noir est retrouvé dans des casiers à multiples espèces, principalement dans des caisses à trois espèces qui sont le rouget de vase *Mullus barbatus*, la feuille *Citharus linguatula*, et notre espèce cible le gobie noir, à proportions égales.

### Côte algéroise

Des sorties sur terrain ont été faites pour pêcher du gobie noir. Les prélèvements ont été effectués au port de Sidi Fredj, au port d'El Djamila à Ain Bénian et au port de Tipaza.

La récolte a été faite entre le mois de mai et juillet 2021 et a été réalisée à l'aide de palangrottes avec des hameçons de petites tailles adaptés à la pêche au gobie.

Un nombre total de **43 individus** dont **20 femelles** et **23 mâles** ont été capturés.

Les individus que nous avons pêchés, ont été gardé vivants sur terrain dans un seau rempli d'eau de mer aérée à l'aide d'un diffuseur portatif. Les gros individus sont séparés des petits pour éviter que ces derniers soient consommés par les grands. Ils sont ensuite transférés dans un bac et conservés vivants jusqu'au traitement afin d'identifier et sélectionner notre espèce cible *Gobius niger* parmi les autres Gobiidae capturés.

### Béjaïa et Béni Saf

Nous avons bénéficié d'un échantillon de l'an 2017 comportant 323 individus de Béjaïa et 420 individus de Béni Saf.

## 2. Traitement des échantillons

Le comptage des caractères méristiques s'est fait sur un nombre total de **590** individus, le **tableau 02** résume les individus utilisés pour le comptage des caractères méristiques.

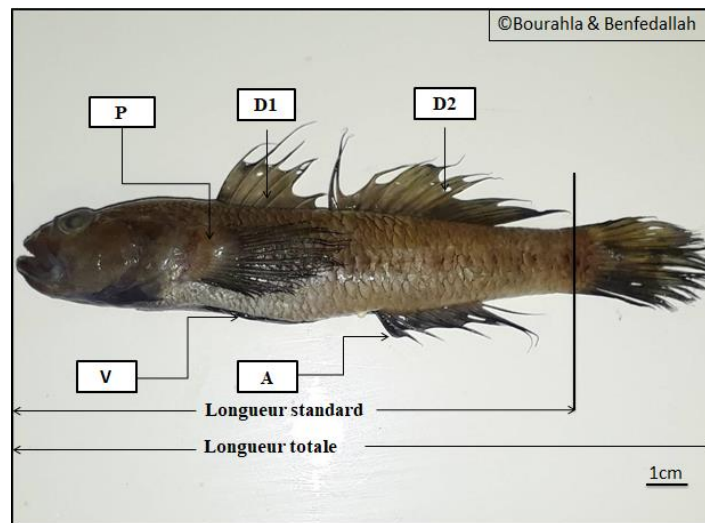
**Tableau 02 :** Nombre des individus utilisés pour le comptage des caractères méristiques de chaque région (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf).

Région	Annaba				Béjaïa		Côte algéroise		Béni Saf	
Année	2016		2021		2017		2021		2017	
Sexe	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Nombre d'individus	29	11	203	80	71	77	23	20	41	35
Total	<b>40</b>		<b>283</b>		<b>148</b>		<b>43</b>		<b>76</b>	
	<b>590</b>									

Pour les individus pêchés, ils sont d'abord retirés du bac, puis mis dans un bécher rempli d'eau et un anesthésiant appelé 2-phénoxyéthanol (1:200, 2-phénoxyéthanol – eau de mer), jusqu'au moment où le poisson ne bouge plus. Nous avons ensuite procédé à la destruction du cerveau ce qui entraîne la mort de l'animal avant de le disséquer.

Pour chaque individu, **10 relevés** ont été pris dont : deux **caractères morphométriques** : longueur totale **LT**, longueur standard **LS** et le poids total de l'individu **WT**. Et sept **caractères méristiques** : nombre de rayons de la première dorsale (**D1**) , nombre de rayons de la deuxième dorsale (**D2**), nombre de rayons de la nageoire anale (**A**), nombre de rayons de la nageoire ventrale (**V**), nombre de rayons de la nageoire pectorale (**P**), nombre de branchiospines de la partie inférieure du premier arc branchial gauche (**Br**) et le nombre de vertèbres (**V**) (**fig. 09**).

Les mensurations de la longueur totale (cm) et de la longueur standard (cm) ont été faites à au millimètre près l'aide d'un ichtyomètre (cm). Pour le poids, nous avons utilisé une balance de précision de 0,1 g.



**Figure 09** : Différentes mensurations effectuées sur *G. niger*.

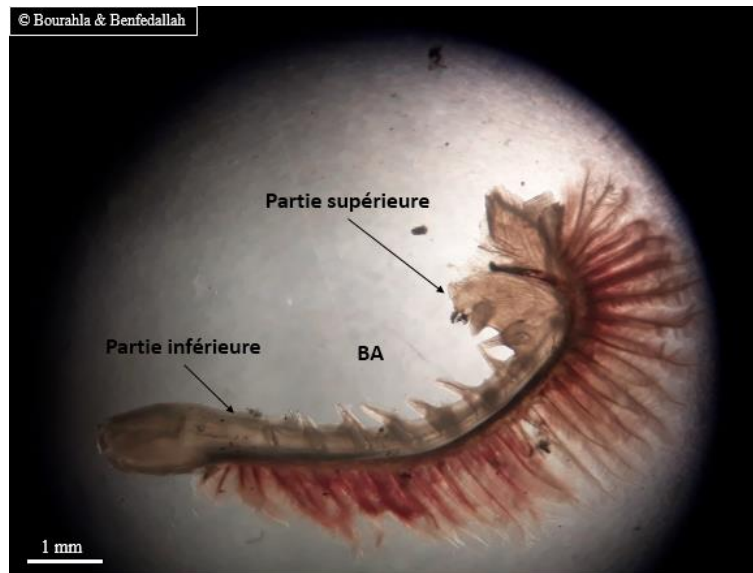
### Comptage des rayons des nageoires

Pour le comptage des rayons de la nageoire anale, pectorale, ventrale, ainsi que les rayons des deux nageoires dorsales, on procède de la manière suivante : le poisson est maintenu par sa taille entre le pouce et l'index, ensuite à l'aide d'une aiguille on compte le nombre de rayon.

Il est à noter que les deux rayons postérieurs de la deuxième nageoire dorsale et de la nageoire anale partent de la même origine et sont comptés comme un seul rayon.

### Comptage des branchiospines

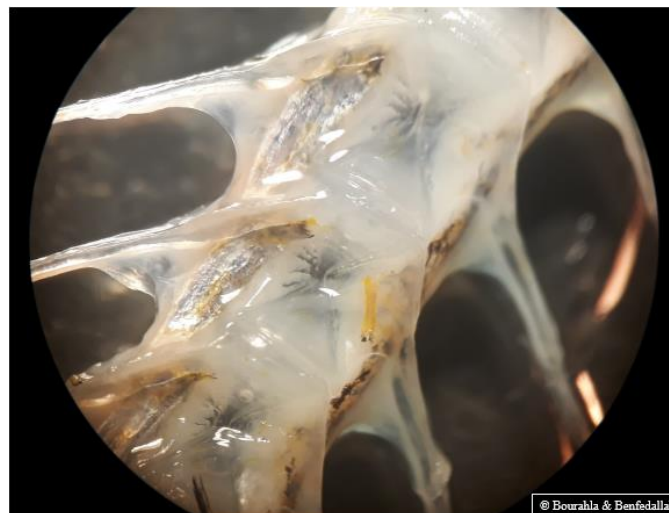
Pour la totalité des individus, nous avons prélevé puis nettoyé en coupant l'opercule gauche le premier arc branchial pour en dénombrer les branchiospines. Le dénombrement a été effectué sous loupe binoculaire et porté sur les branchiospines de la branche antérieure de l'arc puis sur celle de sa partie inférieure (**fig. 10**).



**Figure 10** : Photo de l'arc branchial gauche de *G. niger*.  
**BA** : Branche antérieure.

### Comptage des vertèbres

Après cuisson à la vapeur, nous procédons au nettoyage de la colonne vertébrale avec de l'eau puis nous faisons le dénombrement sous loupe (**fig. 11**).



**Figure 11** : Photo d'un fragment de la colonne vertébrale de *G. niger* sous microscope (Gx40).

## 3. Identification des stocks

### 3.1 Notions de population et de stock

La quantification des caractères morphologiques d'un groupe d'individus peut démontrer le degré de spéciation induit, aussi bien par des facteurs biotiques qu'abiotiques, contribuant ainsi à l'identification des différents **stocks** (Palma et Andrade, 2002).

L'exploitation et la conservation des ressources marines nécessitent une bonne connaissance de la structure des populations et l'identification des stocks (Cadrin *et al.*, 2013).

Pour le biologiste, une **population** est formée par définition d'individus de la même espèce vivant sur un territoire donné. Daget et Le Guen (1975) définissent une population halieutique comme un ensemble d'individus vivant dans un écosystème déterminé et possédant des caractères communs transmissibles par hérédité.

Pour l'halieute, **un stock** est la partie exploitable d'une population de poissons, telle que la déterminent les biologistes marins. Un stock est composé de poissons adultes de plusieurs cohortes, c'est-à-dire des poissons de la même classe d'âge. Un stock évolue en fonction du nombre de recrues qui y entrent et de la mortalité naturelle et du prélèvement fait par la pêche (Laurec et Le Guen, 1981).

Pour la détermination des stocks du gobie noir la côte algérienne, nous avons eu recours à plusieurs techniques.

### 3.2 Détermination des stocks par les tailles moyennes et les caractères méristiques

La discrimination de la population du gobie noir dans les 4 régions (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf e) est réalisée à l'aide du caractère métrique **LT** et des caractères méristiques **D1, D2, A, P, V, Br et Ver** (fig. 09, p. 11).

L'analyse discriminante a été faite en appliquant le test **MANOVA** ; analyse de la variance multivariée en utilisant le logiciel Statistica (version 5.1) (StatSoft, 2016).

Cette méthode permet de savoir si une ou plusieurs variables dites dépendantes sont en relation avec une ou plusieurs variables dites indépendantes (Tchapnouo *et al.*, 2012).

L'analyse de variance multivariée consiste à comparer des moyennes calculées sur plusieurs variables, de plusieurs populations. C'est une généralisation multidimensionnelle de l'analyse de variance (**ANOVA**).

Le logiciel Statistica donne une valeur notée "**P value**" qui permet de lire directement la statistique (Tchapnouo *et al.*, 2012).

- Si la valeur de **p** est **supérieure** à **0,05**, l'hypothèse nulle est retenue, indiquant une différence non significative entre les variables.
- Si la valeur de **p** est **inférieure** à **0,05**, l'hypothèse nulle est rejetée, indiquant une différence significative entre les variables. Nous procédons par la suite à un test post-hoc afin de déterminer les paires de groupes différentes.

### 3.3 Détermination des stocks par la forme des otolithes

#### 3.3.1 Etude de la forme des otolithes

Les otolithes ont depuis longtemps été une source d'inspiration pour l'étude de l'âge ainsi que l'identification des stocks de poisson. Les nombreux travaux réalisés ces dernières années (Messaoud *et al.*, 2011 ; Mahé, 2019) montrent de bonnes performances de discrimination de groupes de poissons.

En effet, si grâce aux otolithes qu'on arrive à différencier entre les différentes espèces de poisson, au sein d'une même espèce la forme de l'otolithe présente des variations intra-spécifiques (Libungan et Palsson, 2015).

En raison des effets combinés de la génétique et de l'environnement, les poissons d'une même espèce avec des histoires de vies différentes montrent souvent des variations dans la morphologie des otolithes (Vignon et Morat, 2010 *in* Jemaa, 2014). La forme de l'otolithe peut varier en raison de la taille, site, ou profondeur ou autre raisons environnementales (Begg *et al.*, 2001 ; Stransky and MacLellan 2005 ; Hüsey 2008). Cela a conduit à l'élaboration de l'analyse de la forme des otolithes comme un outil pour l'identification des stocks (Campana et Casselman, 1993 *in* Jemaa, 2014).

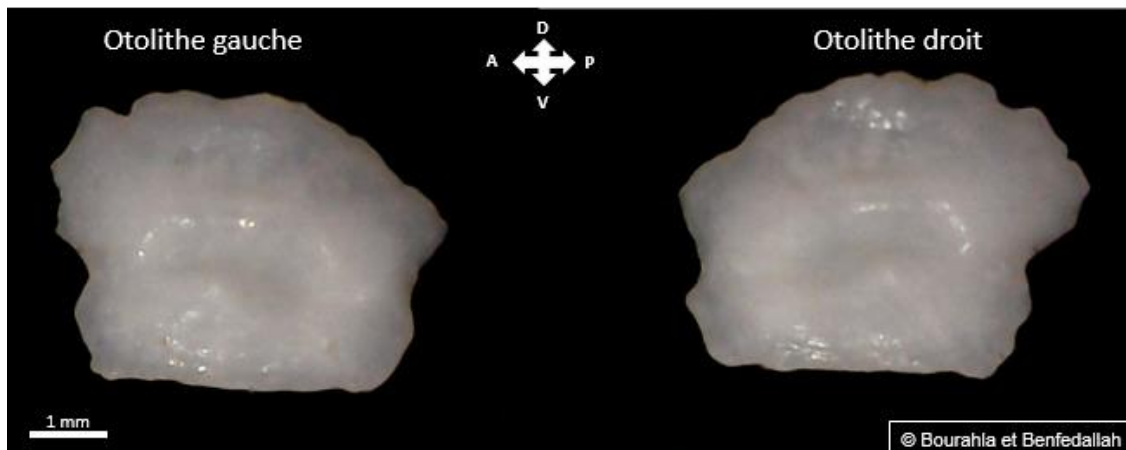
Quant au gobie noir *Gobius niger*, notre travail est le premier qui consiste à affirmer ou confirmer la présence ou l'absence d'homogénéité entre les populations de *G. niger* présentes dans diverses régions de la côte algérienne, en utilisant à la fois les caractères méristiques de l'espèce, ainsi que la forme de l'otolithe.

#### 3.3.2 Définition et structuration des otolithes

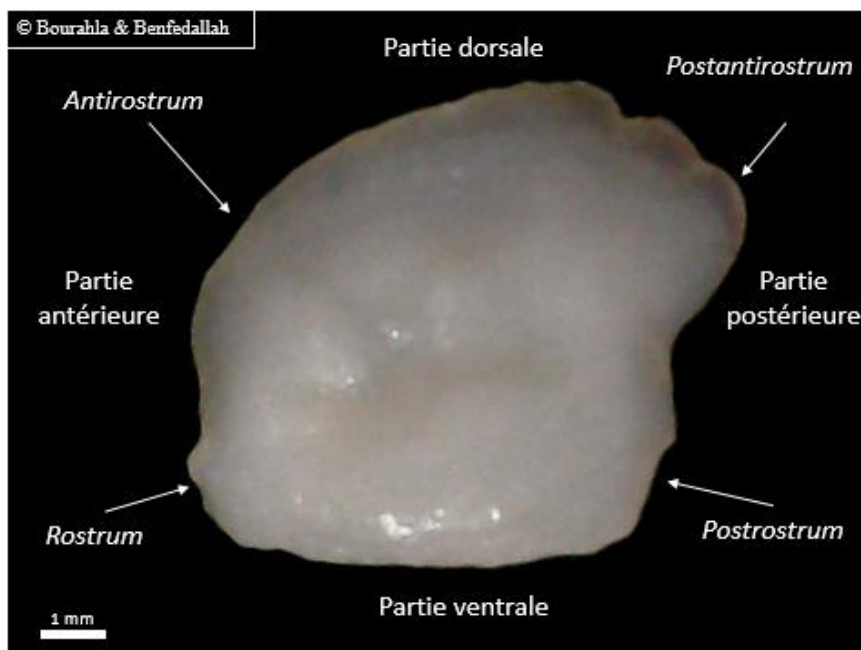
Le mot otolithe vient du grec, otos : oreille et lithos : pierre. Donc, otolithe signifie littéralement pierre d'oreille, il s'agit bien de "pierre" et non d'os (Dunkelberger *et al.*, 1980 ; Tavalga *et al.*, 1981 *in* Hebbar, 2013).

Les otolithes sont donc des concrétions calcaires localisées dans le labyrinthe membraneux de l'oreille interne des poissons (Jemaa, 2014). Ils jouent un rôle important dans les fonctions de maintien de l'équilibre et d'orientation du poisson (Oxman *et al.*, 2007). Les otolithes montrent une série de structures d'accroissement qui se forment régulièrement sur une échelle de temps s'étalant d'un rythme journalier à un rythme annuel (Panfili *et al.*, 2002). Il en existe trois paires d'otolithes qui se diffèrent en forme et en taille, répartis dans différentes cavités cérébrales (Popper et Lu, 2000 *in* Hebbar, 2013) (respectivement le *lapillus*, la *sagittae* et l'*asteriscus*).

Cependant la *sagittae* est généralement la concrétion la plus volumineuse et sur laquelle nous avons basé notre étude (fig. 12, 13).



**Figure 12 :** Photo d'une paire d'otolithe (*Sagittae*) de *G. niger*.



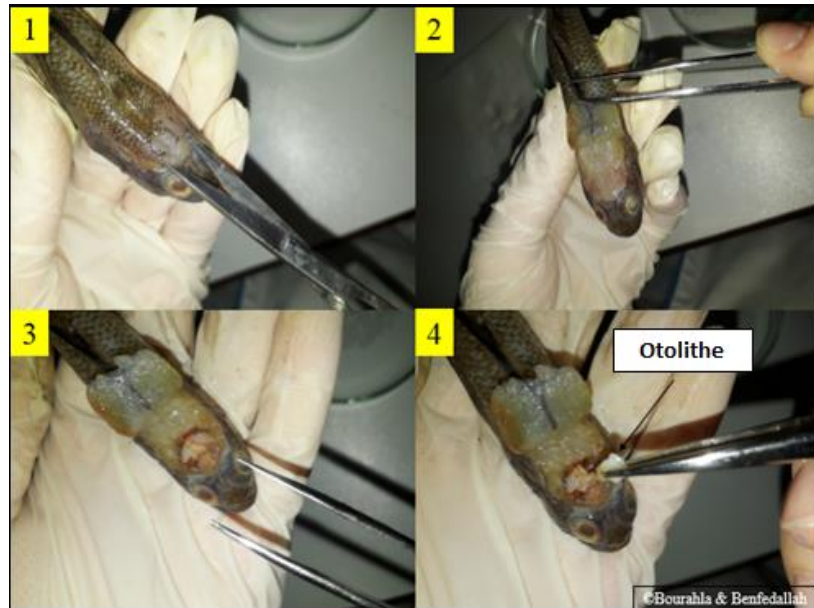
**Figure 13 :** Structure de l'otolithe droit de *G. niger*.

### 3.3.3 Prélèvement des otolithes

Les otolithes se trouvant dans la boîte crânienne, il est nécessaire d'ouvrir celle-ci. De ce fait, une coupe frontale est réalisée. Le poisson est maintenu par la tête entre le pouce et l'index, à l'aide de ciseaux en acier il est facile d'ouvrir le crâne et de déplacer ce dernier avec le résidu de chair en les basculant à l'arrière de la tête (fig. 14).

Les otolithes (*les sagittae*) sont facilement observables par transparence. Ils sont ensuite prélevés à l'aide de pince à dissection aigüe, mis dans de l'eau, rincés délicatement et séchés dans du papier absorbant ensuite préservés dans des microtubes Eppendorf codifiés pour une utilisation ultérieure.

Il est important de bien rincer les otolithes et de ne laisser aucun résidu de chair.



**Figure 14 :** Les différentes étapes pour le prélèvement des otolithes de *G. niger*.

### 3.3.4 Photographie des otolithes

Comme les otolithes droit et gauche des poissons ronds sont symétriques, contrairement aux poissons plats (Panfili *et al.*, 2002), nous avons choisis de travailler uniquement sur l'otolithe droit. Chaque otolithe est placé de façon à ce que le *sulcus acusticus* (face convexe) soit orienté vers l'observateur. La photographie des otolithes a été faite à l'aide d'un microscope digital relié à un (fig. 15).

Une première mise au point est faite sur une règle d'étalonnage afin d'obtenir une image nette. L'otolithe est placé sur un fond noir pour l'observation avec la même mise au point. Il faut veiller à ce que l'éclairage (éviter les ombres) ainsi que le contour soient bien visibles. Des photographies numériques ont été réalisées pour chaque otolithe droit pour tous les individus de chaque région.

La photographie des otolithes (*sagittae*) s'est faite sur un nombre total de **1248** otolithes droits dont : **547** otolithes de Annaba (404 mâles et 143 femelles), **300** de Béjaïa (144 mâles et 156 femelles), **40** otolithes de la côte algéroise (21 mâles et 19 femelles) et **361** de Béni Saf (188 mâles et 137 femelles).

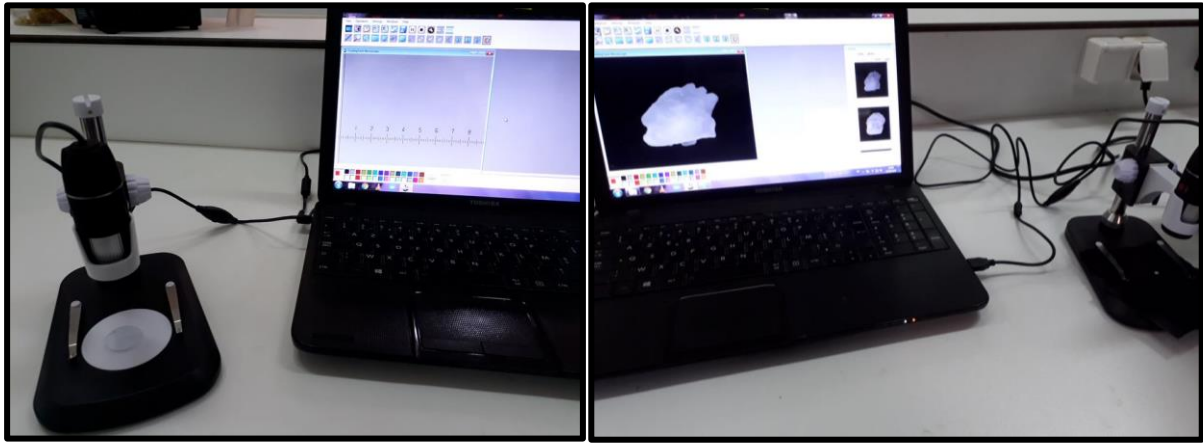


Figure 15 : Photographie des otolithes de *G. niger*.

### 3.3.5 Analyse de la forme des otolithes

Différentes approches sont utilisées pour décrire la taille et la forme des otolithes. Deux types d'information sont ainsi extraites : **(a)** les données univariées qui regroupent des mesures morphométriques en lien avec la taille de l'otolithe et des indices de forme en lien avec sa morphologie (indices de forme, indices de distance) et **(b)** les données multivariées qui décrivent l'intégralité de la forme selon différentes transformations (l'analyse des ellipses de Fourier (EFA), Transformations en ondelettes, Méthode Géométrique ou Géomorphométrique) (Mahé, 2019).

Toutes les données et images ont été préparées pour être analysées par le package **shapeR** dans le logiciel R (The R Foundation, 2021). Ce package élaboré par Libungan et Palsson (2015) utilise ensemble les données et les images pour élaborer une analyse de la forme des otolithes. **shapeR** peut automatiquement extraire un grand nombre de contours d'images d'otolithes. Ce package calcule les coefficients de Fourier et de Wavelet, et permet à la fin de visualiser la forme moyenne de l'otolithe pour chacun des stocks.

#### 3.3.5.1 Analyse des ellipses de Fourier (EFA)

Cette technique décrit le contour de manière quantitative (Kuhl et Giardina, 1982 ; Lestrel 1997 ; Tracey *et al.*, 2006 *in* Mahé, 2019). L'EFA décrit la forme projetée dans un repère orthonormé à 2 dimensions à travers l'utilisation de composantes spécifiques appelées *harmonics*. Chacune d'entre elles est formée de 4 coefficients dénommés Descripteurs des Ellipses de Fourier (EFDs) résultant de la linéarisation des coordonnées x et y de chaque point de la forme externe (Bird *et al.*, 1986 *in* Mahé, 2019).

La méthode de Fourier ne fournit des informations que sur les différences globales dans la forme des otolithes, mais pas dans des endroits précis (Libungan *et al.*, 2015 *in* Kikuchi *et al.*, 2020).

### 3.3.5.2 Méthode de Wavelet (transformation en ondelette)

Elle utilise la décomposition d'un signal en ondelettes basée sur une fonction oscillatoire (Lombarte et Tuset, 2005 ; Parisi-Baradad *et al.*, 2005 in Mahé, 2019).

La méthode des ondelettes est utile pour détecter les différences de forme dans des régions spécifiques, qui pourraient être situées à un angle donné sur le contour de l'otolithe ; en revanche (Libungan *et al.*, 2015 in Kikuchi *et al.*, 2020).

### 3.3.5.3 Descripteurs de forme

Ils sont estimés par des formules mathématiques à partir des principales mesures morphométriques des otolithes (descripteurs de distance étant : longueur antéro-postérieure, largeur dorso-ventrale, périmètre et aire de l'otolithe) et sont souvent utilisés de manière couplée (Mahé, 2019) (**tab. 03**). Les descripteurs de distance peuvent être obtenus avec **shapeR**.

Ces indices permettent de représenter les patrons de forme de l'otolithe dans un plan à deux dimensions (Tuset *et al.*, 2003, in Mahé, 2019).

**Tableau 03** : Les indices de forme calculés à partir des descripteurs de distance.

Indices de forme	Formules
Ratio d'aspect ( <i>AR</i> )	$OL / OW$
Circularité ( <i>C</i> )	$OP^2 / OA$
Facteur de forme ( <i>FF</i> )	$(4\pi OA) / OP^2$
Rectangularité ( <i>R</i> )	$OA / (OL \times OW)$
Ellipticité ( <i>E</i> )	$(OL - OW) / (OL + OW)$
Roundness ( <i>RD</i> )	$(4OA) / (\pi OL^2)$

*OA* : aire ; *OP* : périmètre ; *OW* : largeur dorso-ventrale ; *OL* : longueur antéro-postérieure.

Le **script** d'application pour l'extraction des contours, le calcul des descripteurs de forme (indice de forme et de distance) et du dessin de la forme moyenne des otolithes par les coefficients de Wavelet et par les coefficients de Fourier est donné dans le script (Lakhdar-Ezzine et Miloudi, 2019) donné dans **l'annexe 01**.

## 4. Caractérisation des stocks

Dans cette partie, nous allons étudier la dynamique des stocks identifiés par des méthodes graphiques et statistiques, afin d'estimer les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy.

#### 4.1 Comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles

Nous avons comparé les tailles moyennes des individus mâles et femelles pour voir si la différence est significative entre les deux sexes. Si c'est vérifié, les paramètres de croissance sont estimés séparément.

Pour la comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles pour les différentes régions (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf), nous avons eu recours au test de l'écart réduit dont la formule est la suivante (Schwartz 2006) :

$$\mathcal{E} = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{S_A^2}{n_A} + \frac{S_B^2}{n_B}}}$$

$m_A$  : taille moyenne des mâles ;  $m_B$  : taille moyenne des femelles ;

$S_A^2$  : variance des mâles ;  $S_B^2$  : variance des femelles ;

$n_A$  : l'effectif des mâles ;  $n_B$  : l'effectif des femelles ;

Où on met les hypothèses de départ  $H_0$  et  $H_1$  ;

$H_0$  : la taille moyenne des mâles est égale à la taille moyenne des femelles.

$H_1$  : Les deux moyennes sont significativement différentes.

Pour tester ces deux hypothèses, on compare le  $|\mathcal{E}_{calculé}|$  avec le  $|\mathcal{E}_{table}|$  :

Si :  $|\mathcal{E}_{calculé}| < |\mathcal{E}_{table}|$  :  $H_1$  est rejetée dont  $H_0$  est retenue, les deux moyennes sont égales.

Si :  $|\mathcal{E}_{calculé}| \geq |\mathcal{E}_{table}|$  :  $H_0$  est rejetée donc  $H_1$  est retenue, la différence est significative entre la taille moyenne des mâles et celle des femelles.

#### 4.2 Construction des tableaux de distribution de fréquences de taille

Le tableau de distribution de fréquences de taille est un mode synthétique de présentation des données numériques montrant comment les résultats enregistrés sur une variable se distribuent dans les différentes classes d'une échelle de valeur ou dans différentes catégories qualitatives (Scherrer, 1984).

Les données brutes (**LT**, **sexe**) de chaque région sont introduites dans le logiciel Statistica (version 5.1) afin de chercher l'intervalle de classe permettant d'obtenir des polygones de fréquences de tailles conduisant à une continuité entre les classes successives (Diette, 1980 *in* Hemida, 1987).

### 4.3 Etude de la croissance

#### 4.3.1 Le modèle de von Bertalanffy (1938)

Le modèle de von Bertalanffy (1938), est le modèle le plus utilisé dans les études de croissance en biologie des pêches, car il est très facile à l'emploi, il nécessite la connaissance de trois paramètres  $L_{\infty}$ ,  $K$ ,  $t_0$ .

Ce modèle est basé sur une hypothèse selon laquelle la vitesse instantanée de croissance est le résultat de deux processus physiologiques opposés : l'anabolisme proportionnel à la surface des organismes et le catabolisme proportionnel au volume de leur corps (poids) (Abdelali berkani, 2011). Son équation est comme suit :

$$LT = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

**Dont :**

**LT** : longueur du poisson à l'instant  $t$ .

**$L_{\infty}$**  : longueur asymptotique théorique qui serait atteinte par le poisson s'il croit indéfiniment, à ne pas confondre avec la taille maximale atteinte par le poisson.

**K** : coefficient de croissance ou vitesse de croissance, caractérisant la vitesse avec laquelle l'espèce croît vers sa taille asymptotique.

**$t_0$**  : âge théorique auquel la longueur du poisson est nulle.

#### 4.3.2 Estimation des paramètres de croissance

Pour l'étude de la croissance et donc l'estimation des paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy ; paramètres clefs du cycle vital, qui sont indispensables pour l'étude de l'évaluation du stock de l'espèce (Labidi-Neghli *et al.*, 2019), nous avons fait appel à des méthodes dont deux approches étaient utilisées : analyse de structure d'âge et analyse de structure de taille.

##### 4.3.2.1 Analyse de structure d'âge

L'analyse de structure d'âge tient compte d'une clé âge-longueur qui est déterminée de diverses manières, dans notre travail nous avons utilisé la méthode de Bhattacharya (1967).

##### 4.3.2.1.1 Méthode de Bhattacharya (1967)

C'est une méthode indirecte utilisée dans l'estimation de l'âge, basée sur l'étude des données de fréquence de tailles, (permettant de les convertir en composition par âge et donc obtenir

ainsi les couples de données âge-longueur). Elle est appelée également méthode des différences logarithmiques dont elle transforme la gaussienne en une droite de pente négative et par la suite permettant de décomposer la population en sous-populations, en cohortes ou classes d'âge (1967 in Sparre et Venema, 1996).

L'application de cette méthode a été faite en utilisant le programme FiSAT II (version 1.2.0) (Gayanilo *et al.*, 2005). Après avoir introduit les données, une représentation graphique sera affichée. Les points de droites à pente négative seront choisis comme des groupes d'âges.

Le taux de croissance (TC) est évalué pour vérifier l'évolution normale de la croissance. Selon Sparre et Venema (1996), ce taux est calculé comme suit :

$$TC = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{Lt_2 - Lt_1}{t_2 - t_1}$$

#### 4.3.2.1.2 Méthode de Tomlinson et Abramson (1961)

La méthode de Tomlinson et Abramson (1961 *in* Harchouche, 2006) est basée sur un principe d'ajustement de type moindre carré de la courbe de von Bertalanffy.

Les calculs nécessitent l'emploi d'un programme informatique : FiSAT II qui réalise des itérations menant à l'obtention des paramètres de croissance, en tenant compte de l'ensemble des valeurs expérimentales.

#### 4.3.2.2 Analyse de structure de taille

##### 4.3.2.2.1 Méthode de Pauly (1985), estimation de la longueur asymptotique

Selon Taylor (1976 *in* Korichi, 1988), la longueur asymptotique est liée à la longueur maximale du poisson. Ainsi, Pauly (1985 *in* Korichi, 19) propose la relation suivante :

$$L_{\infty} = \frac{L_{max}}{0,95}$$

Dont :

$L_{max}$  est la plus grande taille dans notre échantillonnage.

##### 4.3.2.2.2 Méthode de Pauly et Munro (1984), estimation du coefficient de croissance K

Le coefficient de croissance K est estimé par l'équation de Pauly et Munro (1984 *in* Boufersaoui, 2012).

$$\log(K) = \Phi'_m - 2 \log(L_{\infty})$$

Donc :

$$K = 10 (\Phi'_m - 2 \log(L_\infty))$$

$\Phi'_m$  : représente la vitesse moyenne de croissance.

Cette méthode repose sur les données de la vitesse moyenne de croissance  $\phi'$  citée dans la littérature (Fabi et Giannetti (1985), Abdallah (2002), Filiz et Togulga (2009), Filiz (2013)). Le calcul des différents  $\phi'$  de la région d'étude permet donc d'estimer une vitesse de croissance moyenne ( $\phi'_m$ ).

#### 4.3.2.2.3 Méthode de Pauly ; Estimation de $t_0$

Connaissant  $L_\infty$  et  $K$ , l'estimation du paramètre  $t_0$  est obtenue à partir de l'équation empirique de Pauly (1985 in Ainouche, 2008).

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \times \log(L_\infty) - 1,038 \times \log(K)$$

Donc:

$$t_0 = -10^{-0,3922 - 0,2752 \times \log(L_\infty) - 1,038 \times \log(K)}$$

#### 4.3.2.2.4 Electronic Length Frequency Analysis *ELEFAN I*

La méthode *ELEFAN I* est une méthode non paramétrique qui a été créée par Pay et David (1980,1981) et Pay et plus tard améliorée par Brey et Pauly (1986), pour l'estimation des paramètres de croissance dans les populations de poissons. Cette méthode porte sur l'estimation des paramètres de croissance par une analyse de fréquences de taille (Pauly et David, 1981 ; et Pauly, 1987 in Sparre, Siebren et Venema, 1996).

Les modes théoriques aux âges sont calculés pour chaque couple de valeurs exploratoires des paramètres de l'équation de von Bertalanffy. Certains modes théoriques coïncident avec les modes observés. La technique consiste à déterminer le couple de valeurs de  $L_\infty$  et  $K$  qui maximise le nombre de modes expliqués (Pauly, 1987 in Sparre et Venema, 1996). L'ajustement est réalisé par l'intermédiaire d'un score **Rn**. Le meilleur ajustement est celui présentant le score le plus élevé.

Il est à noter que la méthode *ELEFAN I* prend en considération que  $t_0 = 0$ .

L'application de la méthode *ELEFAN I* a été faite à l'aide du logiciel FiSAT II (version 1.2.0).

Dans la présente étude, la recherche a été réalisée avec des valeurs de  $C$  (amplitude de croissance saisonnière) et  $WP$  (Winter point) nulles.

Lors de l'analyse d'*ELEFAN I*, une première fenêtre *K-scan* est ouverte, où l'on peut estimer une première fois le coefficient de croissance  $K$  avec un  $L_\infty$  comme donnée d'entrée. Nous avons choisis d'introduire le  $L_\infty$  de Pauly (1985) pour cette analyse.

L'analyse *K-scan* nous donne un graphique qui représente l'évolution du score  $Rn$  avec un  $K$  variable, elle fournit également deux paramètres nécessaires à une étape ultérieure qui sont :  $SL$  (starting length) et  $SS$  (starting sample).

Par ailleurs, *ELEFAN I* dispose d'une deuxième fenêtre appelée *Response Surface*, où l'on introduit les valeurs de  $SL$  et  $SS$ . De plus, nous introduisons également des bornes inférieures et supérieures des paramètres  $K$  et  $L_\infty$  qui seront prises en compte dans l'estimation des meilleurs scores  $Rn$ . Ces derniers sont obtenus à partir de valeurs de couples  $L_\infty/K$  inclus dans les intervalles de forçage.

Le choix des bornes est fait à partir des données de littérature sur l'espèce étudiée.

Une table apparaît présentant toutes les valeurs des couples  $L_\infty/K$  et les valeurs des scores  $Rn$  leur correspondant. Les meilleures valeurs de  $Rn$  sont mises en évidence (cases colorées en rouge) et permettent ainsi de sélectionner la meilleure combinaison des paramètres de croissance (couple  $L_\infty/K$ ).

La sélection du couple se fait en prenant en considération la courbe de croissance de von Bertalanffy qui est affichée dans une fenêtre dédiée après introduction du couple  $L_\infty/K$  choisi précédemment. Le programme fait une restructuration des données de la distribution des fréquences de taille qui fait apparaître les maxima (histogrammes à remplissage noir) et les minima (histogrammes sans remplissage).

Une courbe de meilleure qualité est une courbe qui passe par tous les maxima (Sparre et Venema, 1996).

C'est de cette manière que nous prenons de manière empirique plusieurs couples, qui ont donné les meilleurs  $Rn$  obtenus par la fenêtre « Response surface », pour avoir une courbe qui passe par tous les maxima.

L'affichage de la courbe n'est possible qu'en utilisant un échantillon étendu sur plusieurs années. Dans notre cas, nous avons répété la même distribution sur une période de cinq ans

pour pouvoir afficher la courbe, selon ce qui est préconisé pour l'application de la routine *ELEFANI* (Sparre et Venema, 1996).

#### 4.4 Croissance pondérale

##### 4.4.1 Relation taille-poids

La relation poids-longueur est un paramètre qui permet de vérifier la croissance de la population de poisson.

Elle a été établie en utilisant la formule suivante :

$$WT = a LT^b$$

Où :

**WT** et **LT** représentent respectivement le poids total (g) et la longueur totale (cm) du poisson.

Les constantes **a** et **b** sont déduites après linéarisation de la relation par transformation logarithmique sous la forme (Lévêque et Paugy, 2006) :

$$\text{Log } WT = \log(a) + b \log(LT)$$

Les constantes **a** et **b** sont respectivement des facteurs caractéristiques du milieu et de l'espèce.

**b = 3** : Croissance isométrique ;

**b > 3** : Croissance est dite allométrique positive (majorante) ;

**b < 3** : Croissance est dite allométrique négative (minorante).

Le test **t** de Student au seuil de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) a été effectué pour vérifier si la valeur de **b** déduite des courbes de régression est différente de **3** (Nomwine *et al*, 2018).

La valeur de **t** est calculée par la formule suivante (Schwartz, 2006) :

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

Avec :

$$S_{P_0} = \sqrt{\frac{\frac{S_y^2}{S_x^2} - P_0^2}{n - 2}}$$

Où :  $P$  : pente théorique ( $P = 3$ ) ;  $P_0$  : pente observée ;

$S^2_y$  : variance de y ( $y = \ln(WT)$ ) ;  $S^2_x$  : variance de x ( $x = \ln(LT)$ ) ;

$n-2$  : degré de liberté (*d.d.l.* =  $n-2$ ,  $\alpha = 0,05$ ).

Ainsi :

Si  $t_{cal} < t_{table}$  : la différence est non significative entre la pente calculée et la pente théorique ;

Si  $t_{cal} > t_{table}$  : la différence est significative entre la pente calculée et la pente théorique.

#### 4.4.2 Equation de croissance pondérale

Les équations de croissance linéaires et les relations taille-poids ont permis d'établir les équations de croissance pondérale de von Bertalanffy en utilisant la formule suivante :

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

Avec :  $t_0 = 0$  et un poids asymptotique obtenu par la relation suivante :

$$W_{\infty} = a L_{\infty}^b$$

**CHAPITRE III :**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

## Chapitre III : Résultats et discussion

### 1. Détermination des stocks

#### 1.1 Par les tailles moyennes et les caractères méristiques

La comparaison des moyennes des caractères méristiques (D1, D2, P, A, V, Br, Ver) et des moyennes des longueurs totales entre les échantillons des différentes régions a été réalisée par une analyse de la variance multivariée (MANOVA).

Nous avons mis en place deux hypothèses pour chaque effet, comme suit :

- Effet de la variable qualitative (sexe) sur la variable quantitative (caractère méristique, LT).

Avec :  $H_0$  : Le sexe n'a pas d'effet sur le caractère quantitatif (pas de différence significative).

$H_1$  : Le sexe a un effet sur le caractère quantitatif (il y a une différence significative).

- Effet de la variable qualitative (région) sur la variable quantitative (caractère méristique,  $L_T$ ).

Avec :  $H_0$  : La région n'a pas d'effet sur le caractère quantitatif (pas de différence significative).

$H_1$  : La région a un effet sur le caractère quantitatif (il y a une différence significative).

- Effet de l'intersection (sexe et région) sur la variable quantitative (caractère méristique,  $L_T$ ).

Avec :  $H_0$  : L'intersection n'a pas d'effet sur le caractère quantitatif (pas de différence significative).

$H_1$  : L'intersection a un effet sur le caractère quantitatif (il y a une différence significative).

Les comparaisons entre **les tailles moyennes** ont été comme suit :

Les comparaisons ont été faites sur un total de 1137 individus, régions et sexes confondus (**tab. 04, 05, 06, 07**).

**Tableau 04** : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (LT).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,000000
2	0,000000
12	0,000000

**Tableau 05** : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (LT).

Test Scheffé ; variable LT				
Probas des Tests <i>post-hoc</i>				
EFFET PRINC : Région				
Région ; Sexe	[1] 8,98	[2] 12,03	[3] 11,39	[4] 13,81
Côte algéroise.....[1]		0,0000	0,0000	0,00
Annaba.....[2]	0,0000		0,0000	0,00
Béjaïa .....[3]	0,0000	0,0000		0,00
Béni Saf.....[4]	0,0000	0,0000	0,0000	

**Tableau 06** : Résultats du test Scheffé pour l'effet sexe de la variable qualitative (LT).

Test Scheffé ; variable LT		
Probas des Tests <i>post-hoc</i>		
EFFET PRINC : Sexe		
Région ; Sexe	[1] 11,99	[2] 11,12
..... M [1]		0,0000
..... F [2]	0,0000	

**Tableau 07** : Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (LT).

Test Scheffé ; variable LT								
Probas des Tests <i>post-hoc</i>								
Interaction : 1 x 2								
Région ; Sexe	[1] 9,75	[2] 8,22	[3] 12,59	[4] 11,47	[5] 11,44	[6] 11,36	[7] 14,19	[8] 13,43
Côte algéroise...M [1]		0,20657	0,00000	0,000012	0,000005	0,000016	0,00000	0,00000
Côte algéroise...F [2]	0,20657		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Annaba.....M [3]	0,00000	0,00000		0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Annaba.....F [4]	0,000012	0,00000	0,00000		1	0,999499	0,00000	0,00000
Béjaïa.....M [5]	0,000005	0,00000	0,00000	1		0,999822	0,00000	0,00000
Béjaïa.....F [6]	0,000016	0,00000	0,00000	0,999499	0,999822		0,00000	0,00000
Béni Saf.....M [7]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,00000

Béni Saf.....F [8]	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	
--------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--

L'analyse a démontré qu'il existe une différence significative entre les tailles (LT) et les deux variables qualitatives ainsi que l'interaction (**tab 04, 05, 06, 07**, valeurs en gris gras).

Nous avons procédé ensuite à une analyse *post-hoc* pour les trois effets (sexe, région, interaction entre les deux) par l'application du test Scheffé. Les résultats du test démontrent une différence significative entre les quatre régions, avec une taille moyenne maximale de **13,81 cm** pour les individus de Béni Saf, qui sont de ce fait, les plus grands de la côte algérienne.

De même pour la variable sexe, il existe une différence significative de taille moyenne entre les mâles et femelles, avec une valeur maximale de **11,99 cm** pour les mâles.

Le test *post-hoc* de l'interaction a identifié les paires à différence significative (régions et sexe).

Nous avons noté une différence significative pour chacune des interactions, à l'exception de :

- les mâles de Béjaïa et les femelles de Annaba ;
- les femelles de Béjaïa et les femelles de Annaba ; ainsi que
- les mâles et les femelles de Béjaïa.

Le test nous indique également que la taille moyenne maximale est celle des mâles de Béni Saf avec une valeur de **14,19 cm**.

L'analyse MANOVA des tailles moyennes des différentes régions a pu démontrer que toutes les régions sont significativement différentes.

La comparaison relative au **caractère D1** est donnée comme suit :

Notons que le nombre de rayons de la première nageoire dorsale (D1) a varié entre 5 et 7 rayons pour les individus des différentes régions.

La comparaison a été faite sur un total de 576 individus, régions et sexes confondus.

L'analyse a prouvé que seule la variable région a un effet sur le caractère D1. Pour cela, nous avons procédé à une analyse *post-hoc* qui a démontré que les individus des différentes régions

ne montrent pas de variabilité dans le caractère D1, sauf entre ceux de la côte algéroise et de Annaba (tab. 08, 09).

**Tableau 08 :** Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (D1).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,049510
2	0,176181
12	0,125589

**Tableau 09 :** Résultats du test Scheffé pour l’effet région de la variable qualitative (D1).

Test Scheffé ; variable D1				
Probas des Tests <i>post-hoc</i>				
EFFET PRINC : Région				
Région ; Sexe	[1]	[2]	[3]	[4]
	5,97	6,007	6,00	6,00
Côte algéroise .....[1]		0,0491	0,2613	0,3603
Annaba .....[2]	0,0491		0,7538	0,8763
Béjaïa .....[3]	0,2613	0,7538		1,0000
Béni Saf .....[4]	0,3603	0,8763	1,0000	

La comparaison relative au caractère D2 est faite comme suit :

Le nombre de rayons de la deuxième nageoire dorsale (D2) a varié entre 12 et 14 rayons pour les individus des différentes régions.

La comparaison entre les différentes moyennes s’est faite sur 577 individus, régions et sexe confondus.

L’analyse a prouvé qu’il y a une différence significative de la valeur moyenne de D2 entre les différentes régions et dans l’interaction entre la région et le sexe.

Ainsi, nous avons procédé à une analyse *post-hoc* pour la variable région ce qui a permis de sélectionner les groupes qui présentent une différence significative entre eux. Dans ce cas,

seules Annaba et Béni Saf ont présenté une différence significative ( $p < 0,05$ ) (tab. 10, 11, 12).

**Tableau 10 :** Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (D2).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	<b>0,01951</b>
2	0,964076
12	<b>0,019627</b>

**Tableau 11 :** Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (D2).

Test Scheffé ; variable D2				
Probas des Tests <i>post-hoc</i>				
EFFET PRINC : Région				
Région ; Sexe	[1] 13,03	[2] 12,91	[3] 12,98	[4] 13,02
Côte algéroise .....[1]		0,8251	0,8734	0,9989
Annaba ..... [2]	0,8251		0,5531	<b>0,0337</b>
Béjaïa .....[3]	0,8734	0,5531		0,8922
Béni Saf .....[4]	0,9989	<b>0,0337</b>	0,8922	

**Tableau 12 :** Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (D2).

Test Scheffé ; variable D2								
Probas des Tests <i>post-hoc</i>								
Interaction : 1 x 2								
Région ; Sexe	[1] 13,00	[2] 13,05	[3] 12,96	[4] 12,85	[5] 12,97	[6] 13,00	[7] 13,00	[8] 13,03
Côte algéroise.M [1]		0,99980	0,99993	0,608318	0,999978	1,00000	1,00000	0,99998
Côte algéroise..F [2]	0,99980		0,97754	0,27798	0,98807	0,99928	0,99959	1,00000
Annaba..... M [3]	0,99993	0,97754		0,10495	1,00000	0,99814	0,99997	0,98312
Annaba.....F [4]	0,608318	0,27798	0,10495		0,375689	0,098568	0,31860	0,19095
Béjaïa.....M [5]	0,999978	0,98807	1,00000	0,375689		0,99972	0,99992	0,99303
Béjaïa.....F [6]	1,00000	0,99928	0,99814	0,098568	0,99972		1,00000	0,99987
Béni Saf.....M [7]	1,00000	0,99959	0,99997	0,31860	0,99992	1,00000		0,99994
Béni Saf.....F [8]	0,99998	1,00000	0,98312	0,19095	0,99303	0,99987	0,99994	

La comparaison relative **au caractère P** est faite comme suit :

Le nombre de rayons de la nageoire pectorale (P) a varié entre 17 et 19 rayons pour les individus des différentes régions.

L'analyse a été faite sur 577 individus, sexes et régions confondus.

Nous avons remarqué que la variabilité n'est présente qu'au niveau de la variable région. Le test Scheffé met en évidence que seuls les individus de Béni Saf et de la côte algéroise présentent une différence significative ( $p < 0,05$ ) (tab. 13, 14).

**Tableau 13 :** Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (P).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,022274
2	0,176181
12	0,125589

**Tableau 14 :** Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (P).

Test Scheffé ; variable P				
Probas des Tests <i>post-hoc</i>				
EFFET PRINC : Région				
Région ; Sexe	[1] 17,37	[2] 17,61	[3] 17,54	[4] 17,72
Côte algéroise .....[1]		0,1397	0,5154	<b>0,0385</b>
Annaba ..... [2]	0,1397		0,7031	0,5931
Béjaïa ..... [3]	0,5154	0,7031		0,2337
Béni Saf ..... [4]	<b>0,0385</b>	0,5931	0,2337	

La comparaison relative **au caractère A** est faite comme suit :

Le nombre de rayons de la nageoire anale (A) a varié entre 10 et 12 rayons pour les individus des différentes régions.

576 individus ont été analysés, sexes et régions confondus. Suite à l'analyse, nous n'avons observé aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) (tab. 15).

**Tableau 15 :** Résultats du test MANOVA pour la variable qualitative (A).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,080138
2	0,982428
12	0,085533

La comparaison relative **au caractère V** est donnée comme suit :

Le nombre de rayons de la ventouse (V) a varié entre 10 et 12 rayons pour les individus des différentes régions.

Les 565 individus analysés ont démontré que seule la variable région avait un effet sur le caractère (V). Le test de Scheffé a mis en évidence que toutes les régions sont

significativement différentes entre elles sauf, les couples Béni Saf - Annaba et Béni Saf - Béjaïa (tab. 16, 17).

**Tableau 16** : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (V).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,000000
2	0,102209
12	0,416132

**Tableau 17** : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (V).

Test Scheffé ; variable V				
Probas des Tests <i>post-hoc</i>				
EFFET PRINC : Région				
Région ; Sexe	[1]	[2]	[3]	[4]
	11,45	11,82	11,97	11,97
Côte algéroise .....[1]		0,0002	0,0000	0,0000
Annaba ..... [2]	0,0002		0,0412	0,1970
Béjaïa ..... [3]	0,0000	0,0412		1,0000
Béni Saf ..... [4]	0,0000	0,1970	1,0000	

La comparaison relative au caractère **Br** est faite comme suit :

Le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial gauche du gobie noir a varié entre 6 et 8 branchiospines chez les individus des différentes régions.

La comparaison entre les différentes moyennes de différentes régions et sexe s'est faite sur un total de 555 arcs. Ainsi, l'analyse a mis en évidence des différences significatives pour la variable région. Le test *post-hoc* a démontré des différences significatives entre les deux couples de régions : Béjaïa - côte algéroise et Béjaïa – Annaba (tab. 18, 19).

**Tableau 18** : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (Br).

Synthèse de tous les Effets	
1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction	
Effet	niveau P
1	0,000071
2	0,483270
12	0,137763

**Tableau 19** : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (Br).

<b>Test Scheffé ; variable Br</b>				
Probas des Tests <i>post-hoc</i> EFFET PRINC : <b>Région</b>				
Région ; Sexe	[1] 6,65	[2] 6,82	[3] 7,12	[4] 6,98
Côte algéroise .....[1]		0,5461	<b>0,0029</b>	0,1137
Annaba ..... [2]	0,5461		<b>0,0009</b>	0,3577
Béjaïa ..... [3]	<b>0,0029</b>	<b>0,0009</b>		0,6429
Béni Saf .....[4]	0,1137	0,3577	0,6429	

La comparaison relative au **caractère (Ver)** est faite comme suit :

Le nombre de vertèbres (Ver) a varié entre 25 et 29 pour les individus des différentes régions.

L'analyse a inclut 443 colonnes vertébrales d'individus de sexes et régions confondus.

Nous avons observé des différences significatives dans la variable région ainsi que pour l'interaction (variables sexe-région).

L'analyse *post-hoc* pour la variable région montre que seuls les couples côte algéroise – Annaba et Béni Saf - Annaba ont des différences significatives (**p < 0,05**).

L'analyse post-hoc de l'interaction quant à elle, met en évidence les trois couples ; femelles Annaba - mâles Annaba, femelles Annaba - mâles Béjaïa et enfin, femelles Béni Saf - femelles Annaba (**tab. 20, 21, 22**).

**Tableau 20** : Résultats du test MANOVA de la variable qualitative (Ver).

<b>Synthèse de tous les Effets</b>	
<b>1-Région ; 2-Sexe ; 12- Interaction</b>	
Effet	niveau P
1	<b>0,000596</b>
2	0,186776
12	<b>0,006007</b>

**Tableau 21** : Résultats du test Scheffé pour l'effet région de la variable qualitative (Ver).

<b>Test Scheffé ; variable Ver</b>				
Probas des Tests <i>post-hoc</i> EFFET PRINC : <b>Région</b>				
Région ; Sexe	[1] 27,78	[2] 27,14	[3] 27,43	[4] 27,56

Côte algéroise .....[1]		<b>0,0096</b>	0,4858	0,8186
Annaba ..... [2]	<b>0,0096</b>		0,2712	<b>0,0422</b>
Béjaïa .....[3]	0,4858	0,2712		0,9209
Béni Saf .....[4]	0,8186	<b>0,0422</b>	0,9209	

**Tableau 22** : Résultats du test Scheffé pour l'interaction de la variable qualitative (Ver).

Test Scheffé ; variable Ver								
Probas des Tests Post Hoc								
Interaction : 1 x 2								
Région ; Sexe	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
	27,72	27,84	27,46	26,81	27,69	27,17	27,41	27,72
Côte algéroise..M [1]		1,00000	0,99317	0,101869	1,000000	0,850486	0,99200	1,00000
Côte algéroise...F [2]	1,00000		0,97124	0,10888	0,99997	0,77208	0,97054	1,00000
Annaba.....M [3]	0,99317	0,97124		<b>0,00091</b>	0,99110	0,94725	1,00000	0,98657
Annaba.....F [4]	0,101869	0,10888	<b>0,00091</b>		<b>0,037224</b>	0,910968	0,33799	<b>0,04812</b>
Béjaïa.....M [5]	1,000000	0,99997	0,99110	<b>0,037224</b>		0,813637	0,99148	1,00000
Béjaïa.....F [6]	0,850486	0,77208	0,94725	0,910968	0,813637		0,99709	0,79747
Béni Saf.....M [7]	0,99200	0,97054	1,00000	0,33799	0,99148	0,99709		0,98716
Béni Saf.....F [8]	1,00000	1,00000	0,98657	<b>0,04812</b>	1,00000	0,79747	0,98716	

Le tableau suivant (**tab. 23**) récapitule le résultat de l'analyse des caractères méristiques de *G. niger* des différentes régions de la côte algérienne.

**Tableau 23** : Récapitulatif de l'analyse des caractères méristiques de *G. niger*.

	Annaba	Béjaïa	Côte algéroise	Béni Saf
Annaba		DS (V ; Br)	DS (D1 ; V ; Ver)	DS (D2 ; Ver)
Béjaïa	DS (V ; Br)		DS (V ; Br)	Pas de différence significative
Côte algéroise	DS (D1 ; V ; Ver)	DS (V ; Br)		DS (P ; V)
Béni Saf	DS (D2 ; Ver)	Pas de différence significative	DS (P ; V)	

DS : différence significative.

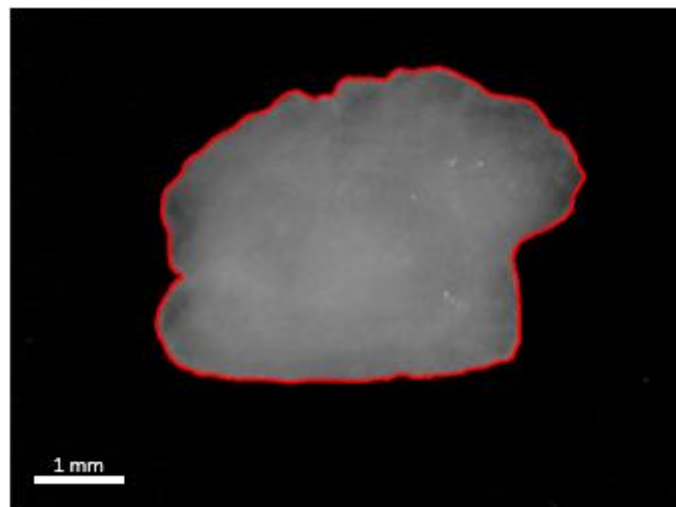
Pour rappel : nombre de rayons de la première dorsale (**D1**) , nombre de rayons de la deuxième dorsale (**D2**), nombre de rayons de la nageoire anale (**A**), nombre de rayons de la nageoire ventrale (**V**), nombre de rayons de la nageoire pectorale (**P**), nombre de branchiospines de la partie inférieure du premier arc branchial gauche (**Br**) et le nombre de vertèbres (**V**).

Ainsi, l'analyse MANOVA des caractères méristiques a pu démontrer qu'il existe une différence significative entre les individus des différentes régions, sauf pour les individus de Béjaïa et Béni Saf.

## 1.2 Par la forme des otolithes

### 1.2.1 Description des contours des otolithes

L'otolithe de *G. niger* présente une forme semi-circulaire avec un dôme dorsale qui est légèrement courbé et denticulé, et une face ventrale qui est quasi droite sans denticulation marquée. Le *postantirostrum* ainsi que le *rostrum* sont développés de manière à ce qu'on ait l'impression que l'otolithe est en forme de « S » (**fig. 16**).



**Figure 16** : Forme de l'otolithe de *G. niger*.

### 1.2.2 Descripteurs de forme des otolithes

Le package shapeR a permis d'extraire les différentes moyennes des descripteurs de distance (aire (OA), périmètre (OP), largeur dorso-ventrale (OW) et la longueur antéro-postérieure (OL)) ainsi que les indices de forme des otolithes pour les différentes régions (**tab. 24, 25**).

Le **tableau 24** démontre que la région de Béni Saf présente des moyennes de descripteurs de distance supérieures, quant aux trois autres régions, viens ensuite, Annaba, Béjaïa et la région algéroise en dernier.

**Tableau 24** : Moyennes des descripteurs de distance de chaque région obtenues par shapeR.

<b>Régions</b>	<b>AN</b>	<b>BJ</b>	<b>BS</b>	<b>CA</b>
<b>Descripteurs de distance</b>				
Moyenne OA	16,63	13,33	<b>17,66</b>	7,81
Moyenne OP	17,08	15,11	<b>17,77</b>	11,35
Moyenne OW	4,1	3,68	<b>4,23</b>	2,84
Moyenne OL	5,3	4,68	<b>5,45</b>	3,49

*AN : Annaba ; BJ : Béjaïa ; BS : Béni Saf ; RC : côte algéroise.*

Le **tableau 25** démontre que les deux régions Annaba et Béni Saf présentent des moyennes de ratio d'aspect moyen, de rectangularité et d'ellipticité égales avec des valeurs de **1,29**, **0,77** et **0,13** respectivement. De ce fait, nous pouvons dire que la forme des otolithes des deux régions est quasiment semblable.

Les otolithes de la région de Béni Saf sont plus circulaires que les autres. Et les otolithes de la côte algéroise sont relativement les plus ronds et les plus rectangulaires. Les trois autres régions (Annaba, Béjaïa et Béni Saf) ont présentés une égalité sur la moyenne de rectangularité.

Enfin, les valeurs obtenues à partir de l'analyse des indices de forme entre les quatre régions restent assez proche les uns des autres.

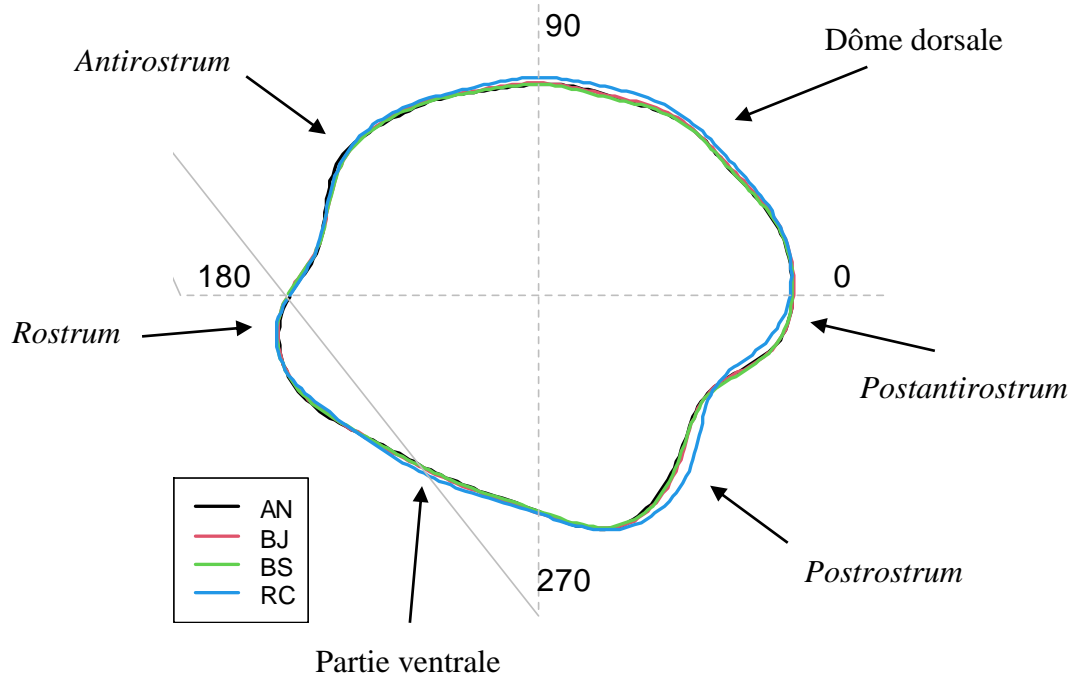
**Tableau 25** : Moyennes des indices de forme de chaque région obtenues par shapeR.

<b>Régions</b>	<b>AN</b>	<b>BJ</b>	<b>BS</b>	<b>RC</b>
<b>Indice de forme</b>				
Ratio d'aspect moyen (AR)	<b>1,29</b>	1,27	<b>1,29</b>	1,23
Circularité moyenne (C)	17,54	17,13	17,88	16,49
Facteur de forme moyen (FF)	0,72	0,73	0,70	0,76
Rectangularité moyenne (R)	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	0,79
Ellipticité moyenne (E)	<b>0,13</b>	0,12	<b>0,13</b>	0,10
Rondeur moyenne (RD)	0,75	0,78	0,76	0,82

### 1.2.3 Forme moyenne des otolithes

#### 1.2.3.1 Reconstruction de Fourier

La **figure 17** représente les différentes formes moyennes extraites à partir des *harmonics* de Fourier des différentes régions identifiées.



**Figure 17** : Forme moyenne des otolithes basée sur la reconstruction de Fourier.

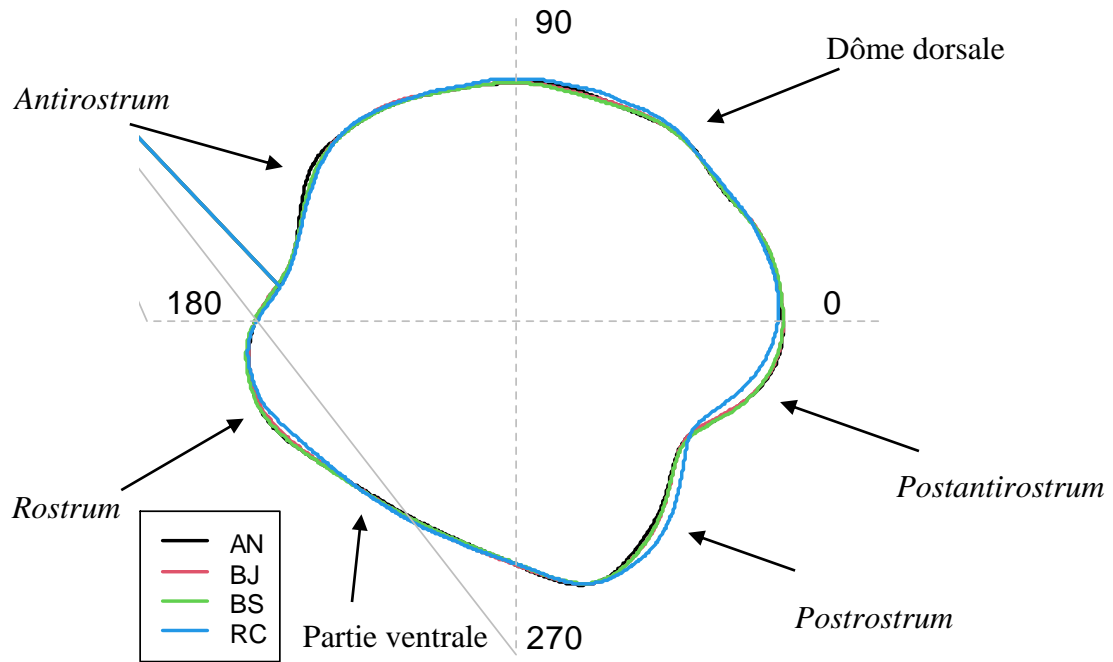
*AN* : Annaba ; *BJ* : Béjaïa ; *BS* : Béni Saf ; *RC* : côte algéroise.

Les formes moyennes des otolithes des 3 régions, Annaba, Béjaïa et Béni Saf sont pratiquement juxtaposées. Il n'existerait donc peut-être pas de différence par rapport à la forme moyenne de l'otolithe.

La forme moyenne des otolithes de la région algéroise est la seule à se distinguer au niveau du dôme dorsale, entre 45° et 90°, ainsi qu'au niveau de la partie postérieure entre 270° et 360° où le *postantirostrum* est moins développé, contrairement au *postrostrum* qui est légèrement plus développé par rapport aux autres.

#### 1.2.3.2 Reconstruction de Wavelet

La **figure 18** représente les différentes formes moyennes extraites à partir des coefficients de Wavelet des différentes régions identifiées.



**Figure 18 :** Forme moyenne des otolithes basée sur la reconstruction de Wavelet.  
 AN : Annaba ; BJ : Béjaïa ; BS : Béni Saf ; RC : côte algéroise

Nous observons une adjonction de la forme moyenne des otolithes des trois différentes régions, Annaba, Béjaïa et Béni Saf. Cette observation appuie la reconstruction faite par les *harmonics* de Fourier (**fig. 17**).

La région algéroise présente des différences de forme de la côté antérieure au niveau de l'*antirostrum* entre 135° et 180°, ainsi qu'au niveau de la partie ventrale entre 180° et 225° et enfin au niveau de la partie postérieure entre 270° et 360° où le *postantirostrum* est moins développé et le *postrostrum* est plus développé comparé aux 3 autres régions.

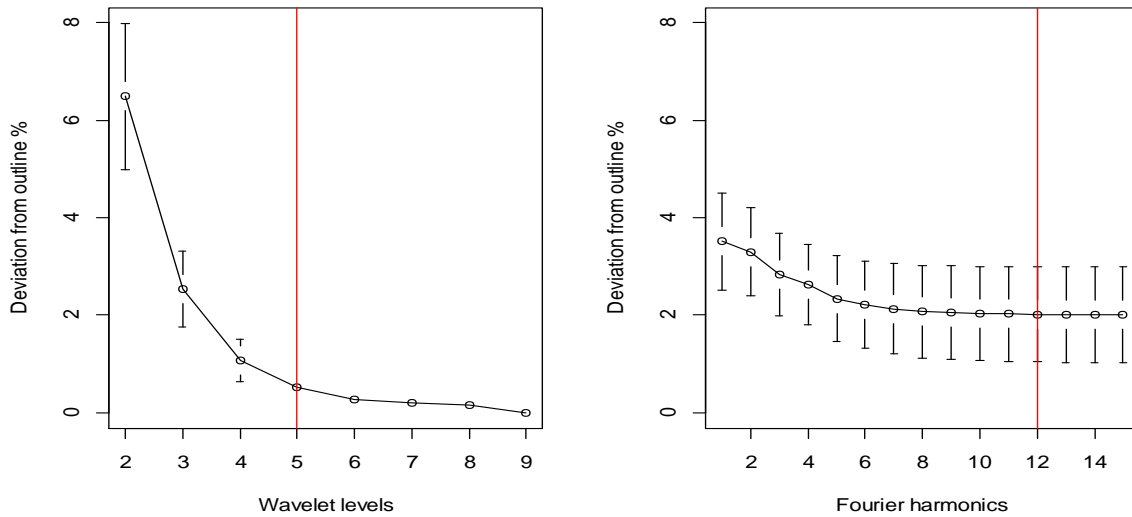
Les différences de formes moyennes des otolithes des trois régions (Annaba, Béjaïa et Béni Saf) et la région algéroise peuvent être expliquées par le petit effectif des otolithes de cette dernière (40 otolithes pour la région algéroise, 547 pour Annaba, 300 pour Béjaïa et 361 pour Béni Saf).

### 1.2.3.3 Evaluation de la qualité de reconstruction des contours

Selon Libungan et Palsson (2015), la qualité de la reconstruction de Wavelet et Fourier peut être estimée en comparant son écart par rapport au contour de l'otolithe.

Les lignes verticales rouges montrent le nombre de coefficient de Wavelet et d'*harmonics* de Fourier nécessaires pour une précision à 98,5 % de la reconstruction.

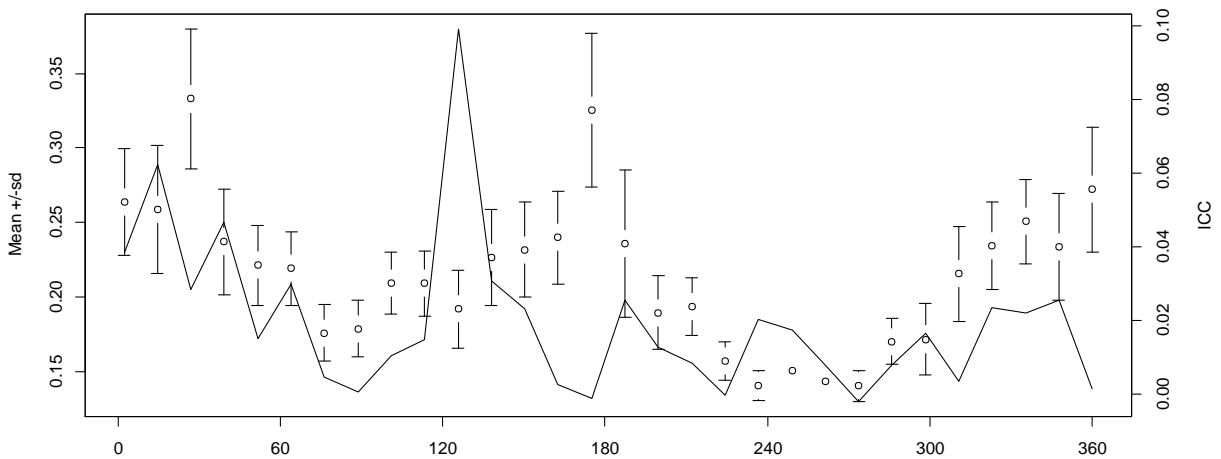
La **figure 19** met en évidence que cinq coefficients de Wavelet sont suffisants pour avoir une reconstruction fiable de la forme de l'otolithe, alors que, il aurait fallu utiliser douze *harmonics* de Fourier.



**Figure 19 :** Qualité de reconstruction des contours par les coefficients de Fourier et Wavelet.

**1.2.3.4 Angles de variabilité des coefficients de Wavelet**

Pour vérifier la manière avec laquelle la variation des coefficients de Wavelet dépend de la position le long du contour, la moyenne et l'écart type des coefficients peuvent être tracés en fonction de l'angle (**fig. 20**).



**Figure 20 :** Moyenne et écart type (sd) des coefficients de Wavelet pour tous les otolithes combinés et la proportion de variance entre les groupes (ICC, ligne continue noire).

En plus des variations relevées à partir de l'analyse visuelle de la forme moyenne de Wavelet, la **figure 20** met en évidence des différences supplémentaires qui peuvent être attribuées à deux zones de l'otolithe, les angles 0-30° ainsi que 115-145° ce qui correspond au *postantirostrum* et au dôme dorsale, respectivement.

1.2.3.5 Stocks identifiés

Pour pouvoir assumer, que des individus échantillonnés dans une région donnée, font partie d'un stock à part entière, nous nous sommes contentés de l'existence d'une seule différence au niveau de l'une des analyses discriminantes effectuées : MANOVA sur la taille moyenne ; MANOVA sur les caractères méristiques ; et l'analyse de la forme moyenne des otolithes.

Le **tableau 26** récapitule les différentes analyses effectuées relatives aux différences entre les individus des différentes régions.

**Tableau 26 :** Tableau récapitulatif des différentes analyses discriminantes effectuées entre les régions.

	Annaba			Béjaïa			Côte algéroise			Béni Saf		
Annaba				$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO
				DS	DS	PDS	DS	DS	DS	DS	DS	PDS
	Différents			Différents			Différents					
Béjaïa	$\overline{LT}$	CM	FO				$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO
	DS	DS	PDS				DS	DS	DS	DS	PDS	PDS
	Différents			Différents			Différents					
Côte algéroise	$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO				$\overline{LT}$	CM	FO
	DS	DS	DS	DS	DS	DS				DS	DS	DS
	Différents			Différents			Différents					
Béni Saf	$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO	$\overline{LT}$	CM	FO			
	DS	DS	PDS	DS	PDS	PDS	DS	DS	DS			
	Différents			Différents			Différents					

$\overline{LT}$  : longueur totale moyenne ; CM : caractères méristiques ; FO : forme d'otolithe ;  
 DS : différence significative ; PDS : pas de différences significatives.

D'après les analyses effectuées nous pouvons conclure que les individus de *G. niger* des différentes régions appartiendraient à des stocks différents. De cette manière, nous allons considérer que notre échantillon provient de quatre stocks :

- **Stock 1** : région de Annaba ;
- **Stock 2** : région de Béjaïa ;
- **Stock 3** : côte algéroise ; et
- **Stock 4** : région de Béni Saf.

2. Caractérisation des stocks

2.1 Comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles

Les résultats du test de l'écart réduit pour la comparaison des tailles moyennes des mâles et des femelles des différentes régions sont présentés dans le **tableau 27**.

**Annaba, côte algéroise, Beni Saf**

Les écarts réduits calculés de **Annaba** ( $\varepsilon_{calculé} = 6,34$ ), de la côte algéroise ( $\varepsilon_{calculé} = 3,27$ ) et de **Béni Saf** ( $\varepsilon_{calculé} = 6,67$ ) sont largement supérieures à l'écart réduit de la table de la loi normale ( $\varepsilon_t = 1,96$  au risque ;  $\alpha = 0,05$ ). Il existe donc une différence significative entre la taille moyenne des mâles et celle des femelles (**Chap. II, 4.1, p.19**). Il est nécessaire de considérer les mâles et les femelles séparément pour l'étude de la croissance de ces régions.

**Béjaïa**

L'écart réduit calculé de **Béjaïa** ( $\varepsilon_{calculé} = 0,56$ ) est inférieure à l'écart réduit de la table de la loi normale ( $\varepsilon_t = 1,96$  au risque ;  $\alpha = 0,05$ ). Il n'existe donc pas de différence significative entre la taille moyenne des mâles et celle des femelles. Il n'est donc pas nécessaire de considérer les mâles et les femelles séparément pour l'étude de la croissance de cette région. Toutefois, et pour des fins de comparaisons avec les autres stocks nous allons estimer les paramètres de croissance pour les mâles et les femelles séparément également.

Les résultats obtenus sont confirmés par la MANOVA déjà effectuée et présentée dans **Chap. III, tab. 04, 05, 06, 07, p.28**.

**Tableau 27** : Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et femelles de *G. niger* dans les quatre régions.

		<i>Effectif (individus)</i>	<i>Taille moyenne (cm)</i>	<i>Ecart type (cm)</i>	<i>Variance S<sup>2</sup> (cm<sup>2</sup>)</i>	<i>ε<sub>calculé</sub></i>	<i>ε<sub>table</sub> (α=0,05)</i>	<i>Erreur standard (cm)</i>
<b>Annaba</b>	<b>Mâles</b>	203	12,5	1,44	2,08	6,34		1,96
	<b>Femelles</b>	80	11,44	1,21	1,46		± 0,27	
<b>Côte algéroise</b>	<b>Mâles</b>	23	9,75	1,56	2,45	3,27	± 0,64	
	<b>Femelles</b>	20	8,22	1,5	2,25		± 0,66	
<b>Béni Saf</b>	<b>Mâles</b>	213	14,17	1,16	1,35	6,67	± 0,16	
	<b>Femelles</b>	207	13,45	1,05	1,1		± 0,14	
<b>Béjaïa</b>	<b>Mâles</b>	152	11,44	1,46	2,13	0,56	± 0,23	
	<b>Femelles</b>	171	11,36	1,04	1,09		± 0,16	

**2.2 Distributions de fréquences de taille du gobie noir**

La construction du tableau de distribution de fréquence de taille dépend du pas utilisé qui donne la meilleure répartition des effectifs.

Concernant Annaba, nous avons opté pour un pas de **0,5 cm** pour les mâles et de **0,6 cm** pour les femelles. Pour Béjaïa, des pas de **0,45 cm** pour les sexes confondus, **0,51 cm** pour les mâles et de **0,47 cm** pour les femelles ont été utilisés.

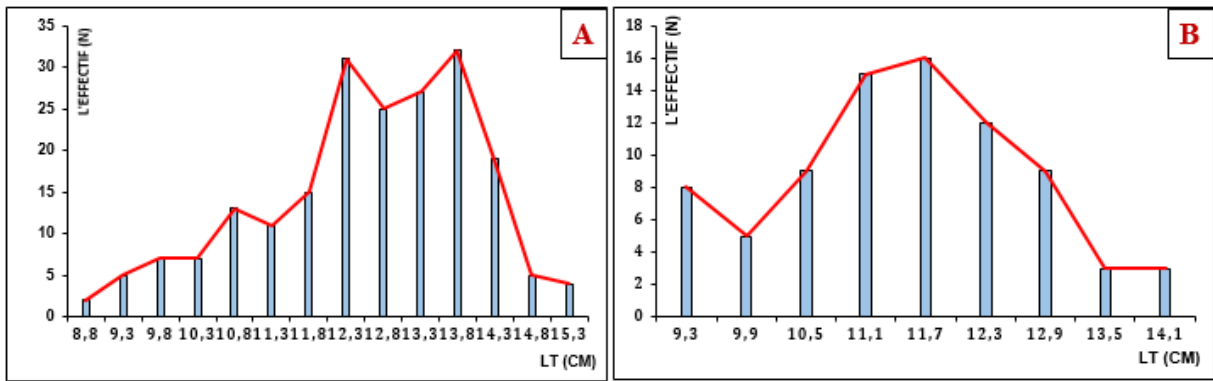
Pour la côte algéroise, un pas de **0,8 cm** pour les mâles ainsi que pour les femelles a été choisi.

Enfin, en ce qui concerne Béni Saf, nous avons travaillé avec un pas de **0,38 cm** pour les mâles et **0,36 cm** pour les femelles.

Les résultats des différentes distributions de chaque région sont représentés dans les figures qui suivent (**fig. 21, 22, 23, 24**).

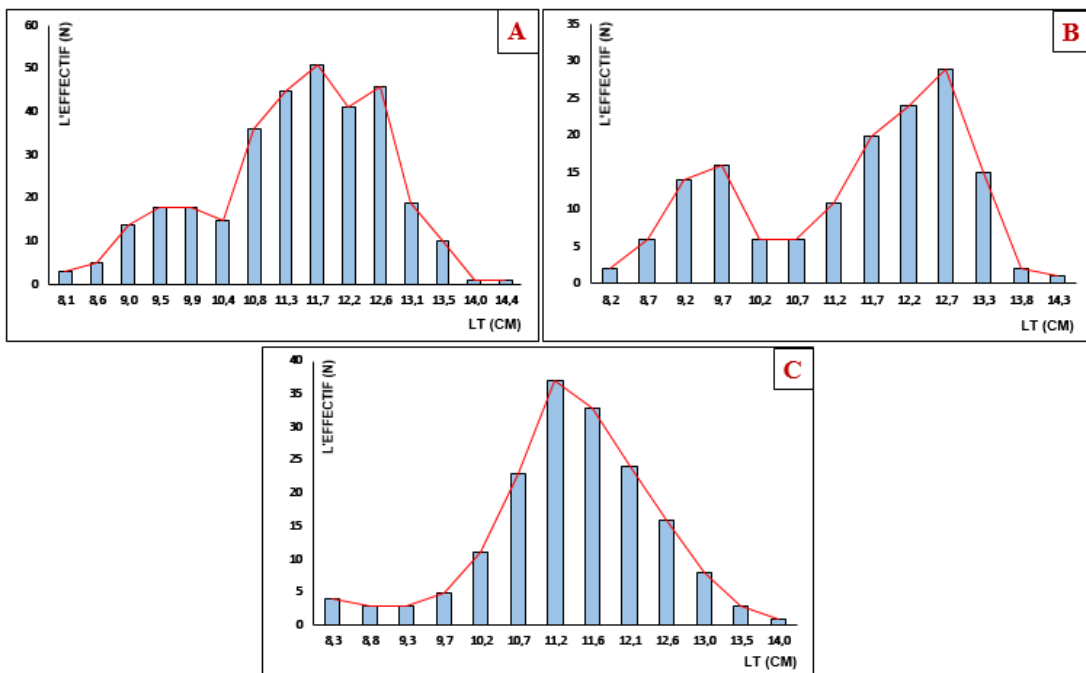
Les tableaux des différentes distributions de fréquences de tailles des mâles et des femelles de chaque région (stock) se trouvent dans **l'annexe 02 (tab. 01, 02, 03, 04)**.

**Annaba**



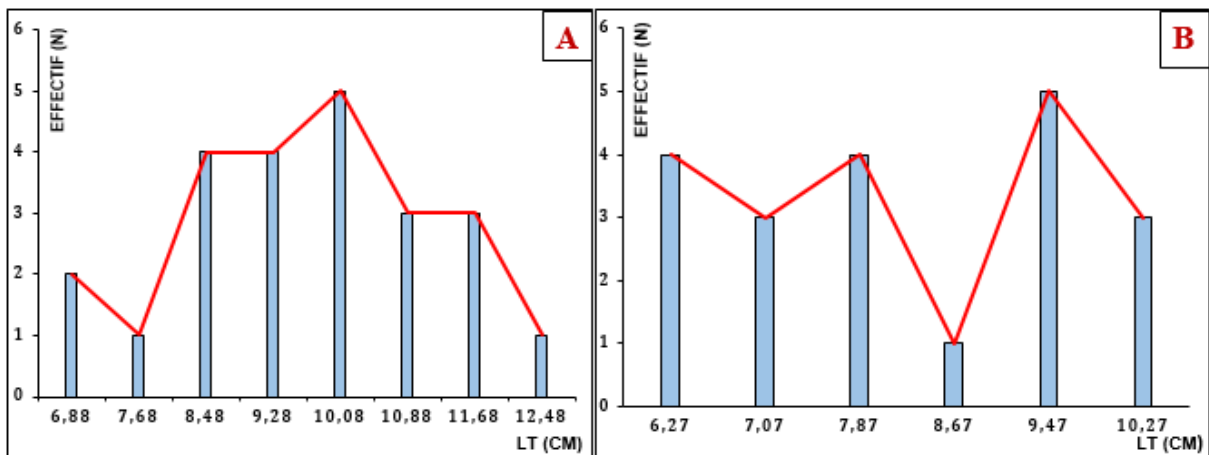
**Figure 21 : Polygones des fréquences de taille de *G. niger* de Annaba.**  
*A : mâles ; B : femelles.*

**Béjaïa**



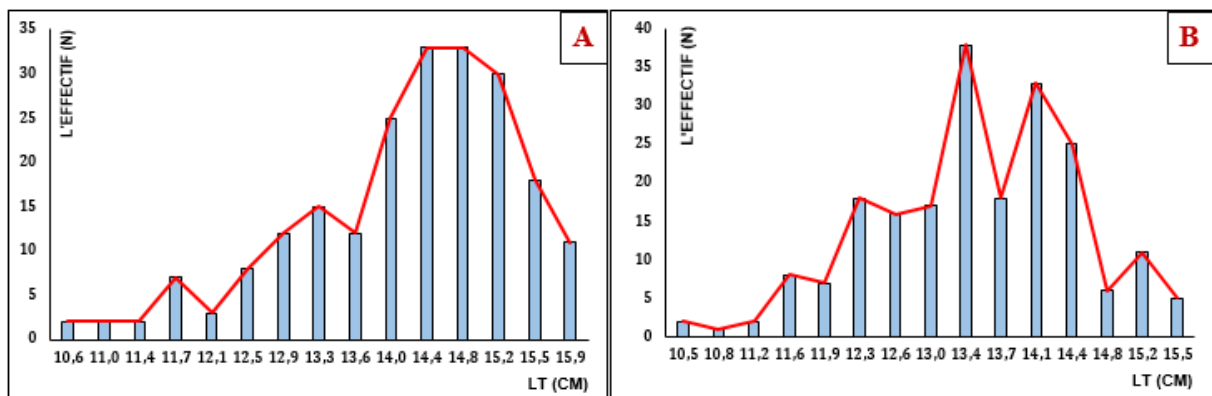
**Figure 22** : Polygones des fréquences de taille de *G. niger* de Béjaïa.  
*A* : mâles ; *B* : femelles.

### Côte algéroise



**Figure 23** : Polygones des fréquences de taille de *G. niger* de la côte algéroise  
*A* : mâles ; *B* : femelles.

### Béni Saf



**Figure 24** : Polygones des fréquences de taille de *G. niger* de Béni Saf.  
*A* : mâles ; *B* : femelles.

Les différentes distributions et polygones (**fig. 21, 22, 23, 24**) de fréquences de taille de chaque stocks permettent de faire les observations suivantes :

### Annaba

Pour les mâles, la distribution a évoqué un total de 14 classes avec des individus présentant des tailles entre **8,8 cm** et **15,3 cm**, un mode de **32** individus représenté par le centre de classe **13,8 cm** (**fig. 21, A**). La taille moyenne est de **12,5 cm  $\pm$  0,2 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

Quant aux femelles, les individus capturés ont résulté 9 classes avec des tailles variant de **9,3 cm** et **14,1 cm** et un mode de **16** individus représenté par le centre de classe **11,7 cm** (**fig. 21, B**). La taille moyenne est de **11,44 cm ± 0,27 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

### **Béjaia**

Le résultat était de 15 classes pour les sexes confondus avec des longueurs qui s'échelonnent entre **8,1 cm** et **14,4 cm** et un mode de **51** individus représenté par le centre de classe **11,7 cm** (**fig. 22, A**). La taille moyenne est de **11,4 cm ± 0,14 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

Les mâles présentent un total de 13 classes et des tailles comprises entre **8,2 cm** et **14,3 cm** et un mode de **29** individus représenté par le centre de classe **12,7 cm** (**fig. 22, B**). La taille moyenne est de **11,44 cm ± 0,23 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

La distribution des fréquences de tailles des femelles a induit à l'obtention de 13 classes avec des longueurs totales variant de **8,3 cm** et **14 cm** et un mode de **37** individus représenté par le centre de classe **11,2 cm** (**fig. 22, C**). La taille moyenne est de **11,36 cm ± 0,16 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

### **Côte algéroise**

Les mâles ont présenté une plus petite amplitude de taille répartie sur 8 classes avec des longueurs qui varient de **6,88 cm** et **14,48 cm**, le centre de classe **10,08 cm** comporte le plus d'individus pêchés (**fig. 23, A**). La taille moyenne est de **9,75 cm ± 0,64 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

La répartition des femelles s'est faite sur 6 classes avec des tailles comprises entre **6,27 cm** et **10,27 cm** avec un mode de **5** individus représenté par le centre de classe **9,47 cm** (**fig. 23, B**). La taille moyenne est de **8,22 cm ± 0,66 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

### **Béni Saf**

Les individus de la région de Béni Saf ont été répartis sur un total de 15 classes pour les mâles ainsi que pour les femelles.

Les longueurs totales des mâles sont comprises entre **10,6 cm** et **15,9 cm** et un mode de **33** individus représenté par les deux centres de classe **14,4** et **14,8 cm** (**fig. 24, A**). La taille moyenne est de **14,17 cm ± 0,16 cm** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

Enfin, les tailles totales des femelles s'échelonnent entre **10,5 cm** et **15,5 cm** avec un mode de **38** individus représenté par le centre de classe **13,4 cm** (**fig. 24, B**). La taille moyenne est de **13,45 ± 0,14** (au risque  $\alpha = 0,05$ ).

## **2.2 Etude de la croissance**

D'après l'analyse discriminante et l'identification des différents stocks de la côte algérienne, il est convenable de considérer les paramètres de croissance de chaque stock séparément.

### **2.2.1 Modèle de von Bertalanffy (1938)**

La distribution de fréquences de taille des quatre régions nous a permis de faire des estimations des paramètres de croissance de von Bertalanffy à partir de deux approches : une analyse de structure d'âge et une analyse de structure de taille.

#### **2.2.1.1 Analyse de structure d'âge**

##### **2.2.1.1.1 Méthode de Bhattacharya (1967)**

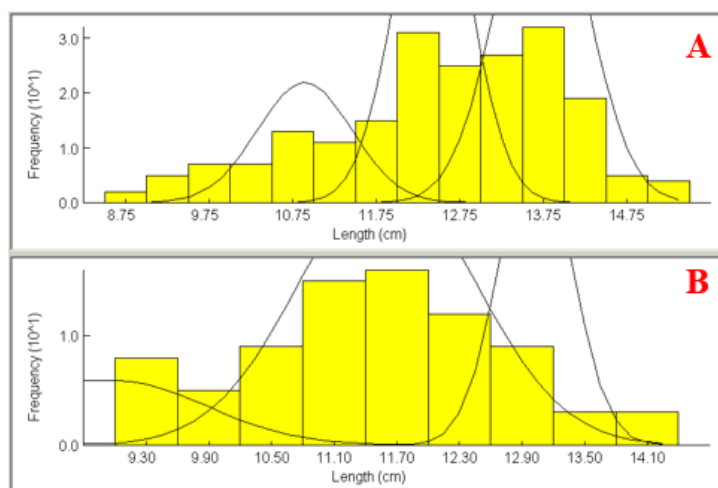
L'estimation des clés âge-longueur est obtenue à partir des distributions de fréquences de taille à l'aide du logiciel FiSAT II (version 1.2.0) pour les mâles, femelles et sexes confondus pour chaque région.

Le choix des droites à pentes négatives ainsi que les clés âge-longueur de chaque région sont représentées dans ce qui suit :

#### **Annaba**

La décomposition ainsi que le choix des droites a permis l'obtention de 3 groupes d'âge pour chacun des mâles et des femelles. Les tailles moyennes sont comprises entre **9-13,03 cm** pour les mâles et de **9,96-13,75 cm** pour les femelles (**tab. 28**).

Le taux de croissance diminue au fil du temps à mesure que le poisson vieillit (Sparre et Venema, 1996) et ceci est vérifié dans cette étude.



**Figure 25 :** Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de *G. niger* de Annaba.  
**A :** mâles ; **B :** femelles.

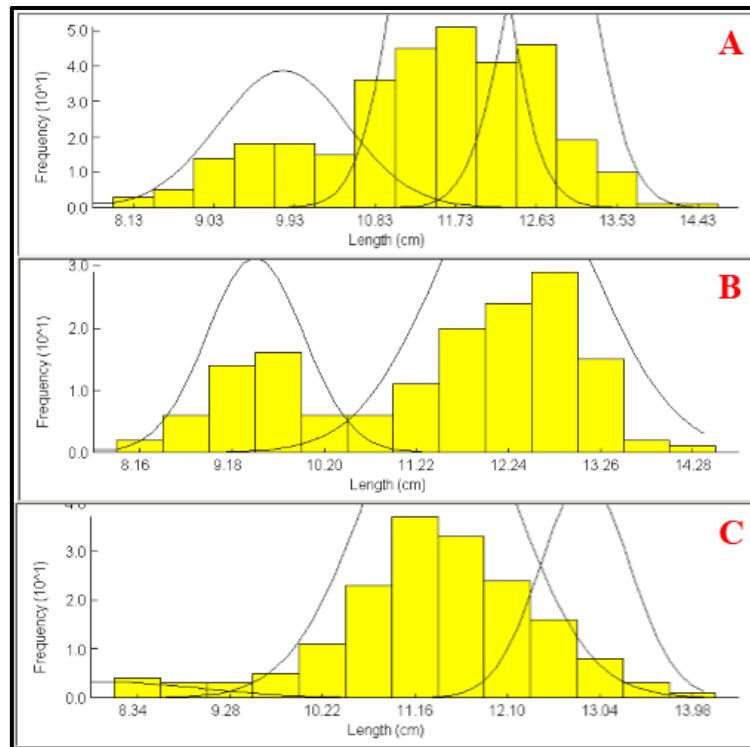
**Tableau 28 :** Clé âge-longueur de *G. niger* de Annaba obtenue par la méthode de Bhattacharya.

Groupes d'âges	I	II	III
$L_T$ femelles (cm)	9	11,61	13,03
$T_C$ femelles	-	2,61	> 1,42
$L_T$ males (cm)	9,96	12,39	13,75
$T_C$ males	-	2,43	> 1,36

$L_T$  : Longueur totale ;  $T_C$  : Taux de croissance.

### Béjaïa

La distribution des fréquences a révélé la présence de 3 groupes d'âges pour chacun des sexes confondus et des femelles avec des tailles moyennes variant de **9,8-12,79 cm** pour les sexes confondus, et 8,11-12,89 cm pour les femelles ainsi que **2 groupes** d'âges pour les mâles avec des longueurs moyennes comprises entre **9,43 cm** et **12,33 cm** (tab. 29).



**Figure 26 :** Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de *G. niger* de Béjaïa.  
*A : sexes confondus ; B : mâles ; C : femelles.*

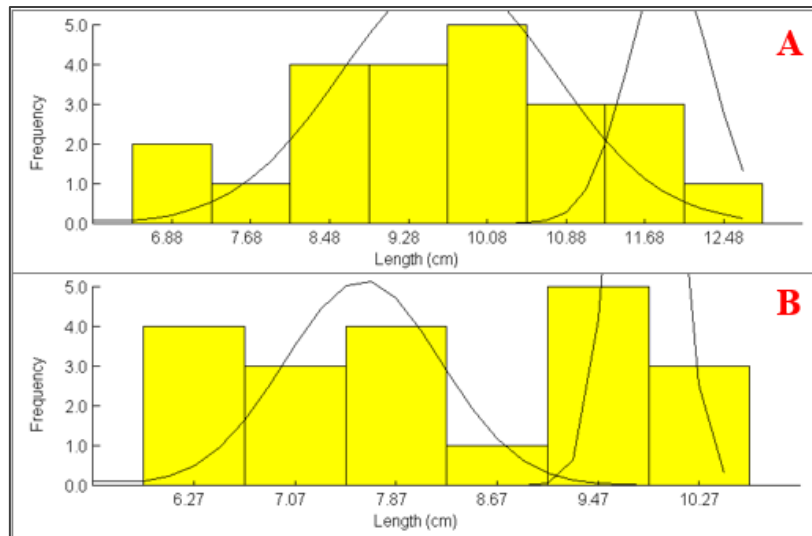
**Tableau 29 :** Clé âge-longueur de *G. niger* de Béjaïa obtenue par la méthode de Bhattacharya.

Groupes d'âges	I	II	III
$L_T$ sexes confondus (cm)	9,8	11,66	12,79
$T_C$ sexes confondus	-	1,86	> 1,13
$L_T$ femelles (cm)	8,11	11,41	12,89
$T_C$ femelles	-	3,3	> 1,48
$L_T$ mâles (cm)	9,43	12,33	-
$T_C$ mâles	-	2,9	-

$L_T$  : Longueur totale ;  $T_C$  : Taux de croissance.

**Côte algéroise**

Le choix des droites à pentes négatives à permis l'obtention de 2 groupes d'âges pour chacun des mâles et des femelles avec des longueurs moyennes comprises entre **7,61-9,84 cm** pour les mâles et **9,68-11,93 cm** pour les femelles (tab. 30).



**Figure 27 :** Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d'âge de *G. niger* de la côte algéroise.  
*A* : mâles ; *B* : femelles.

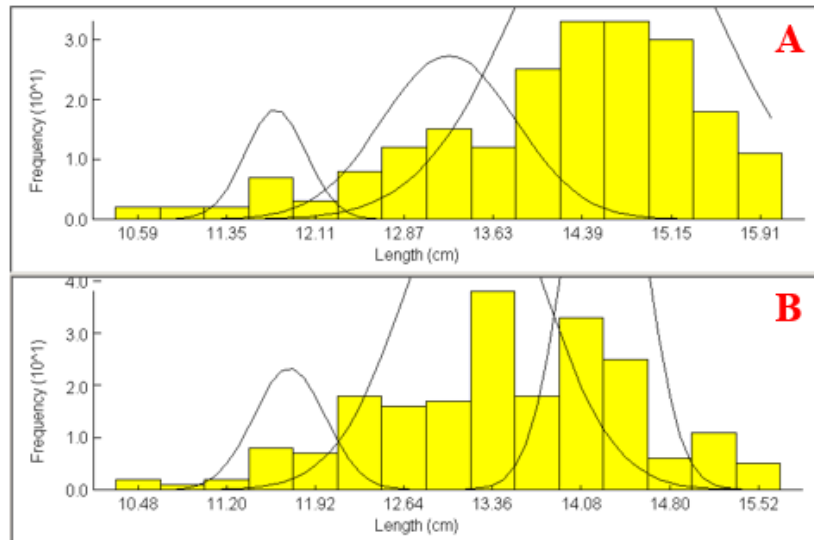
**Tableau 30 :** Clé âge-longueur de *G. niger* de la côte algéroise obtenue par la méthode de Bhattacharya.

Groupes d'âges	I	II
<i>L<sub>T</sub></i> femelles (cm)	7,61	9,84
<i>T<sub>C</sub></i> femelles	-	2,23
<i>L<sub>T</sub></i> males (cm)	9,68	11,93
<i>T<sub>C</sub></i> males	-	2,25

*L<sub>T</sub>* : Longueur totale ; *T<sub>C</sub>* : Taux de croissance.

**Béni Saf**

La décomposition des fréquences de tailles a mis en évidence 3 groupes d'âges pour chacun des mâles et femelles. Les tailles moyennes s'échelonnent entre **10,3 cm** et **15,29 cm** pour les sexes confondus, **11,71 cm** et **14,27 cm** pour les mâles et **11,77cm** et **14,67 cm** pour les femelles (**tab. 31**).



**Figure 28 :** Méthode de Bhattacharya pour la distribution normale des groupes d’âge de *G. niger* de Béni Saf.  
**A :** sexes confondus ; **B :** mâles ; **C :** femelles.

**Tableau 31 :** Clé âge-longueur de *G. niger* de Béni Saf obtenue par la méthode de Bhattacharya.

Groupes d’âges	I	II	III
$L_T$ femelles (cm)	11,71	13,22	14,27
$T_C$ femelles	-	1,51	> 1,05
$L_T$ males (cm)	11,77	13,25	14,67
$T_C$ males	-	1,46	> 1,42

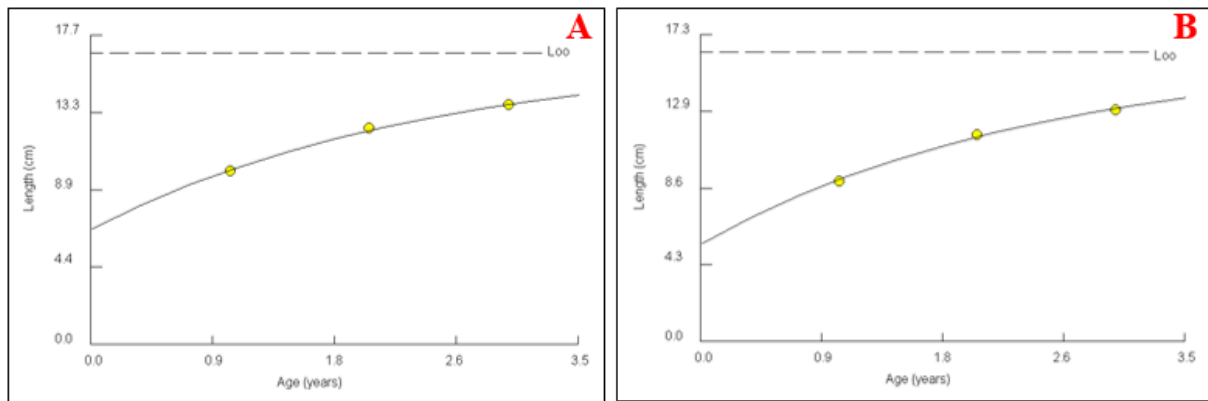
$L_T$  : Longueur totale ;  $T_C$  : Taux de croissance.

La méthode de Bhattacharya a révélé pour les différentes régions de la côte algérienne (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf) la présence de 2 à 3 groupes d’âges. Ce qui est en concordance avec la littérature qui parle de longévité de 2 ans (Fage, 1915a, 1915b) et de 3 ans (Duncker et Ladiges, 1960 ; Muus, 1966).

### 2.2.1.1.2 Méthode de Tomlinson et Abramson (1961)

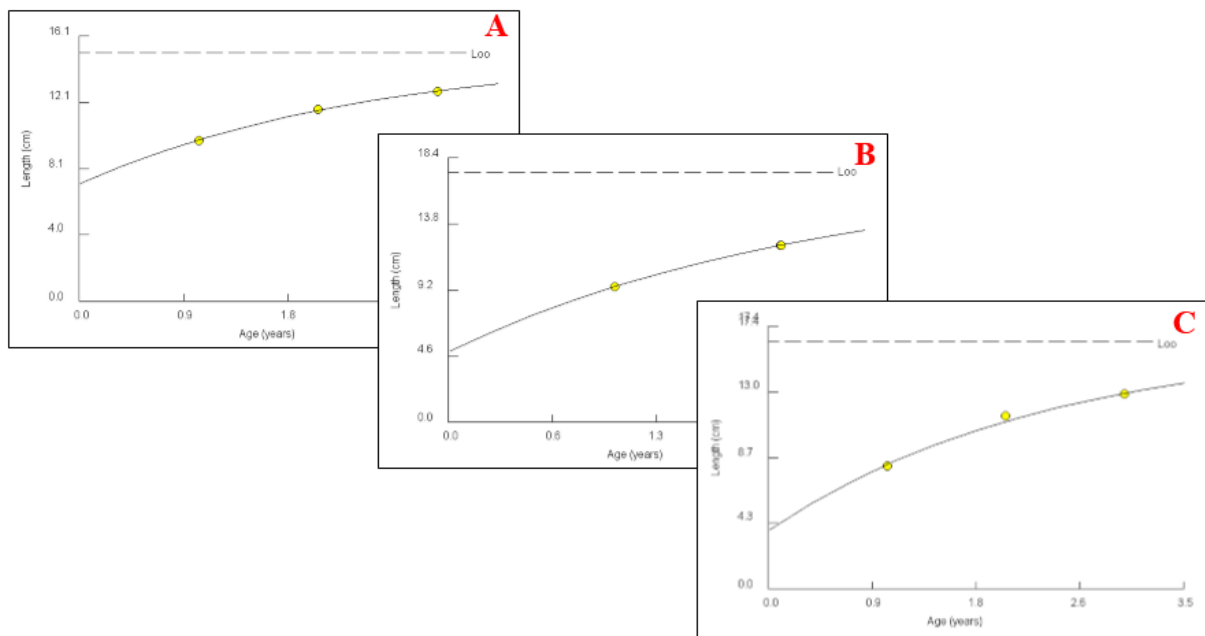
Les clés âge-longueur obtenues par la méthode de Bhattacharya nous permettent d’estimer les paramètres de croissance de l’équation de von Bertalanffy ( $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$ ) ainsi que sa courbe (fig. 29, 30, 31, 32) par la méthode de Tomlinson et Abramson à l’aide du logiciel FiSAT II (version 1.2.0) pour les sexes confondus, mâles et femelles de chaque région (tab. 32).

#### Annaba



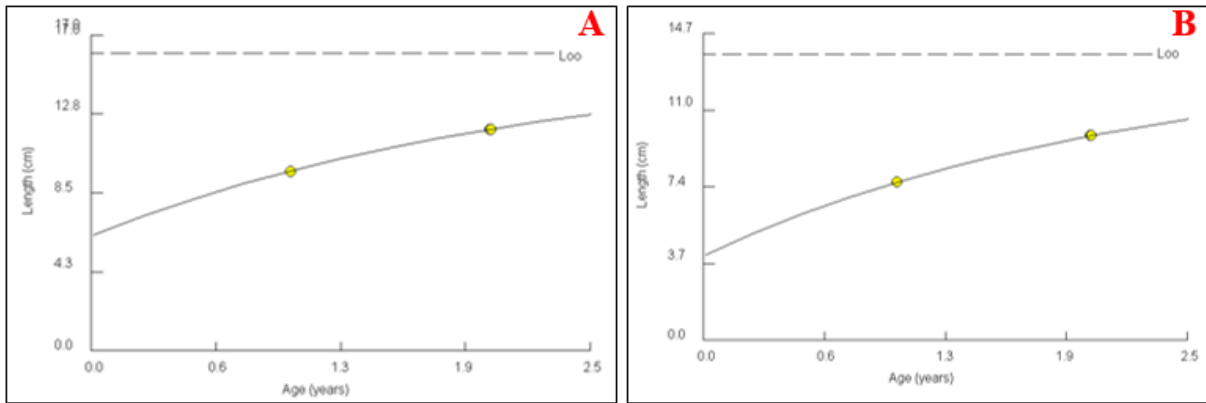
**Figure 29 :** Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de *G. niger* de Annaba obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson.  
*A : mâles ; B : femelles.*

**Béjaïa**



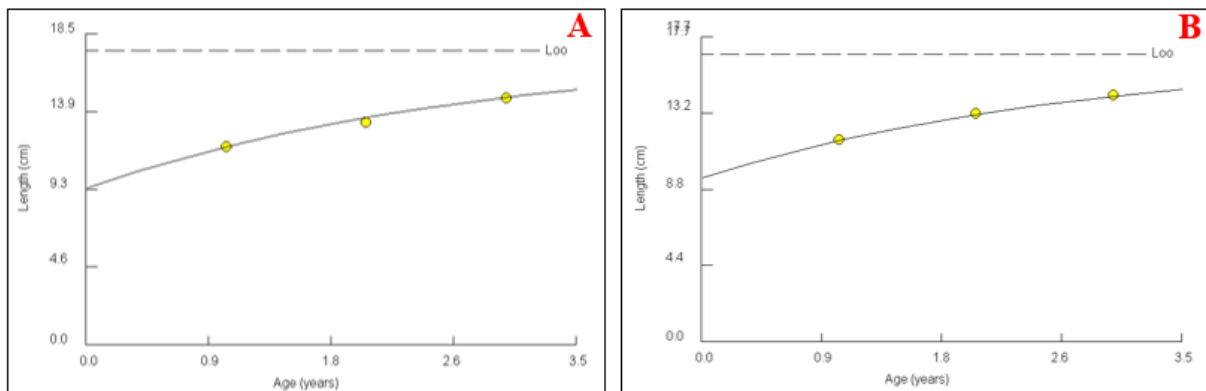
**Figure 30 :** Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de *G. niger* de Béjaïa obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson.  
*A : sexes confondus ; B : mâles ; C : femelles.*

**Côte algéroise**



**Figure 31 :** Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de *G. niger* de la côte algéroise obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson.  
**A :** mâles ; **B :** femelles.

**Béni Saf**



**Figure 32 :** Courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy de *G. niger* de Béni Saf obtenue par la méthode de Tomlinson et Abramson  
**A :** sexes confondus ; **B :** mâles ; **C :** femelles.

Le tableau des résultats des différents paramètres de croissance des quatre stocks est dans ce qui suit :

**Tableau 32 :**  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de *G. niger* obtenus par la méthode de Tomlinson et Abramson.

	Sexes confondus			Mâles			Femelles		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ ( $an^{-1}$ )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ ( $an^{-1}$ )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ ( $an^{-1}$ )	$t_0$ (an)
<b>Annaba</b>				16,73	0,41	-1,22	16,25	0,41	-1
<b>Béjaïa</b>	15,14	0,41	-1,55	17,42	0,45	-0,73	16,36	0,43	-0,62
<b>Côte algéroise</b>				16	0,44	-1,11	13,72	0,45	-0,78
<b>Béni Saf</b>				17,5	0,36	-2,1	16,65	0,36	-2,33

D’après la méthode de Tomlinson et Abramson, la valeur de la taille asymptotique la plus grande est représentée par les mâles du stock de Béni Saf. Les coefficients de croissance  $K$

des mâles de Béjaïa et des femelles de la côte algéroise sont les plus élevée, ainsi, ces deux derniers atteignent leurs tailles maximales plus rapidement que les individus des autres stocks.

### 2.2.1.2 Analyse de structure de taille

#### 2.2.1.2.1 Méthode de Pauly (1985)

La longueur asymptotique pour chaque région ( $L_{\infty}$ ) est obtenue à partir de la longueur maximale observée ( $L_{max}$ ) à l'aide de l'équation empirique de Pauly (**tab. 33**).

**Tableau 33** : Longueur asymptotique estimée par la méthode de Pauly chez *G. niger*.

		Sexe confondus	Mâles	Femelles
Annaba	$L_{max}$ (cm)		15,2	14,2
	$L_{\infty}$ (cm)		16	14,9
Béjaïa	$L_{max}$ (cm)	14,2	14,2	14,1
	$L_{\infty}$ (cm)	14,95	14,95	14,84
Côte algéroise	$L_{max}$ (cm)		12,8	10,5
	$L_{\infty}$ (cm)		13,47	11,08
Béni Saf	$L_{max}$ (cm)		16	15,5
	$L_{\infty}$ (cm)		16,84	16,32

La méthode de Pauly (1985) a démontré que la plus grande valeur de la longueur asymptotique est atteinte par les mâles de Béni Saf.

#### 2.2.1.2.2 Méthode de Pauly et Munro (1984)

L'estimation de K par cette méthode est basée sur une équation où la moyenne de la vitesse de croissance ( $\phi'_m$ ) est calculée à partir des travaux dans d'autres régions (Fabi et Giannetti, 1985 ; Abdallah, 2002 ; Filiz et Togulga, 2009 ; Filiz, 2013) (**Annexe 03, tab. 05**).

Les  $\phi'_m$  obtenu à partir de ces résultats sont de **1,91** pour les femelles, **1,97** pour les mâles et **2,24** pour les sexes confondus.

Les valeurs de **K** obtenues pour chaque région sont présentées dans ce qui suit :

**Tableau 34** : Coefficient de croissance estimé par la méthode de Pauly chez *G. niger*.

		Sexe confondus	Mâles	Femelles
Annaba	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,36	0,37
Béjaïa	$K$ ( $an^{-1}$ )	0,78	0,42	0,37
Côte algéroise	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,51	0,66
Béni Saf	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,33	0,31

La méthode de Pauly et Munro (1984) a mis en évidence que les femelles de la côte algéroise atteignaient leur taille maximale ( $K = 0,66 \text{ an}^{-1}$ ) plus rapidement que les autres individus.

#### 2.2.1.2.3 Méthode de Pauly (1985)

Nous avons utilisé cette méthode pour l'estimation de  $t_0$  à partir des deux paramètres,  $L_\infty$ , obtenu par la méthode de Pauly (1985), ainsi que  $K$  obtenu par la méthode de Pauly et Munro (1984).

**Tableau 35** : Détermination de l'âge hypothétique de *G. niger* par la relation de Pauly.

		Sexe confondus	Mâles	Femelles
Annaba	$t_0$ (an)		-0,55	-0,54
Béjaïa	$t_0$ (an)	-0,25	-0,47	-0,54
Côte algéroise	$t_0$ (an)		-0,40	-0,32
Béni Saf	$t_0$ (an)		-0,59	-0,63

La plus grande valeur de l'âge théorique est représentée par les femelles du stock de Béni Saf.

#### 2.2.1.2.4 Electronic Length Frequency Analysis (ELEFAN I)

Le choix des bornes inférieures et supérieures dans la fenêtre *Response surface* est fait à partir de la littérature des différents auteurs ayant étudiés sur le *G.niger* dans la Méditerranée (Fabi et Giannetti, 1985 ; Abdallah, 2002 ; Filiz et Togulga, 2009 ; Filiz, 2013).

Les figures des résultats des paramètres ainsi que la courbe de croissance obtenus par les deux angles *K-scan* et *Response surface* se trouvent dans l'**annexe 04 (fig. 01, 02, 03, 04)**.

Le récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse *K-scan* se trouve dans le **tableau 36**.

**Tableau 36** : Paramètres de croissance ( $L_{\infty}$ ,  $K$ ) ainsi que les valeurs  $SS$  et  $SL$  estimés par l'onglet K-scan de ELEFAN I pour *G. niger*.

		Sexe confondus	Mâles	Femelles
Annaba	$L_{\infty}$ (cm)		16	14,9
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,42	0,53
	$SS$		1	1
	$SL$		15	13,8
	$Rn$		0,827	0,902
Béjaïa	$L_{\infty}$ (cm)	14,95	14,95	14,84
	$K$ ( $an^{-1}$ )	0,73	0,85	0,59
	$SS$	1	1	1
	$SL$	12,41	14,03	13,74
	$Rn$	0,564	1	0,727
Côte algéroise	$L_{\infty}$ (cm)		11,08	13,47
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,65	1,1
	$SS$		4	4
	$SL$		9,68	9,07
	$Rn$		0,908	0,876
Béni Saf	$L_{\infty}$ (cm)		16,32	16,84
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,25	0,3
	$SS$		1	1
	$SL$		13,82	12,1
	$Rn$		0,671	0,892

*SS*: starting simple; *SL*: starting length; *Rn*: score.

Le récapitulatif des résultats obtenus par l'onglet *Response surface* et des couples  $L_{\infty}/K$  retenues se trouvent dans le **tableau 37**.

**Tableau 37** : Couple des valeurs  $L_{\infty}/K$  retenues de la méthode ELEFAN I pour *G. niger*.

		Sexe confondus	Mâles	Femelles
Annaba	$L_{\infty}$ (cm)		16,72	16,1
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,3	0,26
	$Rn$		0,548	0,923
Béjaïa	$L_{\infty}$ (cm)	16,80	15,6	15,3
	$K$ ( $an^{-1}$ )	0,53	0,65	0,5
	$Rn$	1	1	0,689
Côte algéroise	$L_{\infty}$ (cm)		14,68	13,8
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,52	0,5
	$Rn$		0,908	0,492
Béni Saf	$L_{\infty}$ (cm)		16,7	16,2
	$K$ ( $an^{-1}$ )		0,26	0,31
	$Rn$		0,671	0,892

L'analyse d'*ELEFAN I* a permis d'estimer les valeurs des couples  $L_{\infty}/K$  pour les quatre stocks. Cette dernière a démontré qu'en comparant entre les sexes mâles et femelles de

chaque stock, les individus mâles de Annaba représentent la valeur la plus grande quant à la taille asymptotique.

2.3 Choix des paramètres de croissance

Les paramètres de croissance estimés par les différentes méthodes pour *G. niger* pour les quatre stocks sont représentés dans les tableaux qui suivent :

Tableau 38 : Récapitulatif des paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de Annaba.

Méthodes \ Paramètres	Mâles			Femelles		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
Tomlinson et Abramson	16,73	0,41	-1,22	16,25	0,41	-1
Pauly ( $L_{\infty}$ , $t_0$ ) ; Pauly et Munro (K)	15,2	0,36	-0,55	14,2	0,37	-0,54
<b>ELEFANI</b>	<b>16,72</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>	<b>16,1</b>	<b>0,26</b>	<b>0</b>

Les valeurs retenues sont mises en gras

Tableau 39 : Récapitulatif des paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de la région de Béjaïa.

Méthodes \ Paramètres	Mâles			Femelles			Sexes confondus		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
Tomlinson et Abramson	17,42	0,45	-0,73	16,36	0,43	-0,62	15,14	0,41	-1,55
Pauly ( $L_{\infty}$ , $t_0$ ) ; Pauly et Munro (K)	14,95	0,42	-0,47	14,84	0,37	-0,54	14,95	0,78	-0,25
<b>ELEFANI</b>	<b>15,6</b>	<b>0,65</b>	<b>0</b>	<b>15,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>	<b>16,8</b>	<b>0,53</b>	<b>0</b>

Les valeurs retenues sont mises en gras

Tableau 40 : Récapitulatif des paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de la côte algéroise.

Méthodes \ Paramètres	Mâles			Femelles		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
Tomlinson et Abramson	16	0,44	-1,11	13,72	0,45	-0,78
Pauly ( $L_{\infty}$ , $t_0$ ) ; Pauly et Munro (K)	13,47	0,51	-0,4	11,08	0,66	-0,32
<b>ELEFANI</b>	<b>14,68</b>	<b>0,52</b>	<b>0</b>	<b>13,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

Les valeurs retenues sont mises en gras

Tableau 41 : Récapitulatif des paramètres de croissance  $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$  de Béni Saf.

Méthodes \ Paramètres	Mâles			Femelles		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
TOMLINSON ABRAMSON	17,5	0,36	-2,1	16,65	0,36	-2,33
Pauly ( $L_{\infty}$ , $t_0$ ) ; Pauly et Munro (K)	16,84	0,33	-0,59	16,32	0,31	-0,63
<b>ELEFANI</b>	<b>16,7</b>	<b>0,26</b>	<b>0</b>	<b>16,2</b>	<b>0,31</b>	<b>0</b>

Les valeurs retenues sont mises en gras

**Tableau 42** : Récapitulatif des différents paramètres de croissance obtenus par la méthode d'*ELEFANI* de chaque stock.

Région	Mâles			Femelles			Sexes confondus		
	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
<b>Annaba</b>	16,72	0,3	0	16,1	0,26	0			
<b>Côte algéroise</b>	14,68	0,52	0	13,8	0,5	0			
<b>Béni Saf</b>	16,7	0,26	0	16,2	0,31	0			
<b>Béjaïa</b>	15,6	0,65	0	15,3	0,5	0	16,8	0,53	0

Nous avons opté pour paramètres de croissance ( $L_{\infty}$ ,  $K$  et  $t_0$ ) obtenus par la méthode d'*ELEFANI*, qui a donné les résultats les plus cohérents avec celles de la littérature sur l'espèce cible (Fabi et Giannetti, 1985 ; Abdallah 2002 ; Filiz et Togulga, 2000 ; Filiz, 2013). Par ailleurs, notre espèce *G. niger*, est caractérisée par une petite longévité (Fage, 1915a, 1915b ; Duncker et Ladiges, 1960 ; Muus, 1966 ; Miller, 1961 ; Bodilis *et al.*, 2021) ; et par une longueur asymptotique atteinte rapidement (Fabi et Giannetti, 1984 ; Filiz et Togulga, 2009 ; Filiz, 2013 et Abdallah, 2002).

Les paramètres retenus sont comparés avec ceux estimés par différents auteurs en Méditerranée (tab. 43). Les résultats sont en concordance avec les leurs.

**Tableau 43** : Comparaison des paramètres de croissance régionaux de *G. niger*.

Auteurs et Année	Méthode utilisée	Région	Sexe	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ (an <sup>-1</sup> )	$t_0$ (an)
Fabi et Giannetti (1985)	Otolithométrie	Italie (Mer Adriatique)	M	18,52	0,3	-1,689
			F	16,58	0,19	-2,571
Abdallah (2002)		Egypte (Alexandrie)	M+F	14,5	0,83	-
Filiz et Togulga (2009)	Otolithométrie	Turquie (Mer Égée)	M	16,69	0,3	-2,205
			F	14,84	0,32	-1,459
Filiz (2013)	Otolithométrie	Turquie (Baie de Candarli)	M	17,62	0,28	-2,053
			F	14,1	0,39	-1,198
Benfedallah et Bourahla (2021)	<i>ELEFANI</i>	Annaba	M	16,72	0,3	0
			F	16,1	0,26	0
		Bejaia	M	15,6	0,65	0
			F	15,3	0,5	0
			M+F	16,8	0,53	0
		côte algéroise	M	14,68	0,52	0
			F	13,8	0,5	0
		Béni Saf	M	16,7	0,26	0
			F	16,2	0,31	0

*M* : mâles ; *F* : femelles ; *M+F* : sexes confondus.

Les équations de croissance linéaires de von Bertalanffy pour chaque région s'écrivent comme suit :

**Annaba :**

$$\begin{aligned} \text{Mâles : } L_t &= 16,72 (1 - e^{-0,3(t)}) \\ \text{Femelles : } L_t &= 16,1(1 - e^{-0,26(t)}) \end{aligned}$$

**Béjaïa :**

$$\begin{aligned} \text{Mâles : } L_t &= 15,6 (1 - e^{-0,65(t)}) \\ \text{Femelles : } L_t &= 15,3 (1 - e^{-0,5(t)}) \\ \text{Sexes confondus : } L_t &= 16,8 (1 - e^{-0,53(t)}) \end{aligned}$$

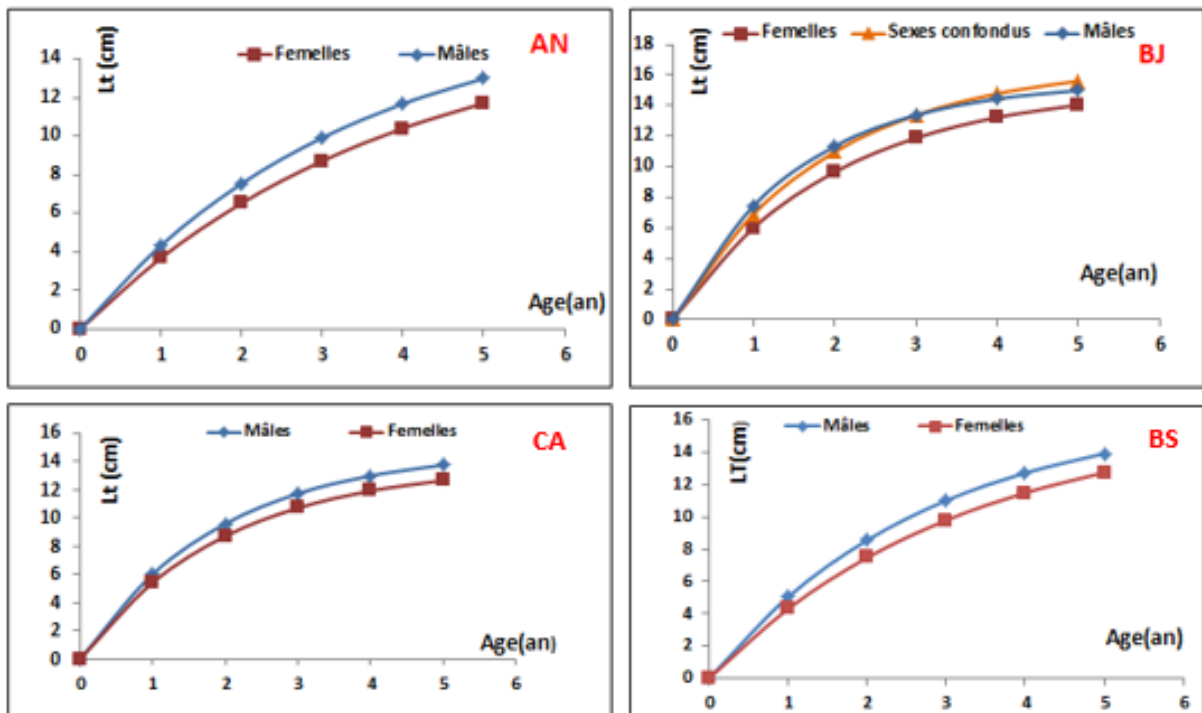
**Côte algéroise :**

$$\begin{aligned} \text{Mâles : } L_t &= 14,86 (1 - e^{-0,52(t)}) \\ \text{Femelles : } L_t &= 13,8 (1 - e^{-0,5(t)}) \end{aligned}$$

**Béni Saf :**

$$\begin{aligned} \text{Mâles : } L_t &= 16,7 (1 - e^{-0,26(t)}) \\ \text{Femelles : } L_t &= 16,2(1 - e^{-0,31(t)}) \end{aligned}$$

Ces équations de croissance nous ont permis de tracer les courbes de croissance linéaire théorique de von Bertalanffy pour *G. niger* dans chaque région (Annaba, Béjaïa, Côte algéroise et Béni Saf) (fig. 33).



**Figure 33 :** Courbes de croissance linéaire théorique de *G. niger* dans les quatre stocks (modèle de von Bertalanffy).

AN : Annaba ; BJ : Béjaïa ; CA : Côte algéroise et BS : Béni Saf

Les courbes de la **figure 33** évoluent de la même manière et ont la même allure.

Il est à noter que la courbe des mâles et celle des femelles de Annaba finissent par atteindre plus ou moins la longueur asymptotique à l'âge de 4 ans et demi.

Les courbes des mâles et celle des sexes confondus de Béjaïa sont plus ou moins superposées de l'âge 0 à l'âge de 4 ans puis se décollent au-delà de l'âge de 4 ans.

Pour la côte algéroise, les deux courbes se superposent de l'âge 0 jusqu'à l'âge de 1 an, et puis deviennent distinctifs jusqu'à l'âge de 5 ans. Cela est expliqué par le fait que les longueurs asymptotiques sont différentes.  $L_{\infty} \text{ Mâles} = 14,86 \text{ cm}$  ;  $L_{\infty} \text{ Femelles} = 13,8 \text{ cm}$ .

Pour Béni Saf, les deux courbes sont distinctifs de l'âge 0 jusqu'à l'âge de 5 ans, cela est expliqué par le fait que les longueurs asymptotiques sont différentes  $L_{\infty} \text{ Mâles} = 16,76 \text{ cm}$  ;  $L_{\infty} \text{ Femelles} = 16,2 \text{ cm}$ .

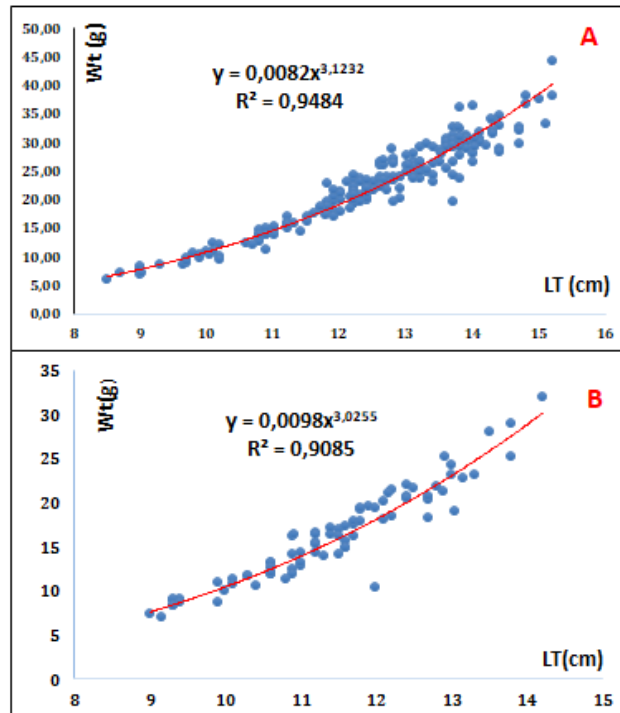
#### 2.4 Croissance relative : Relation taille-poids

**Annaba** : La **figure 34** représente les résultats de l'application de l'équation puissance de la relation taille-poids sur les données de **283** individus dont **203** individus mâles, **80** femelles de *G. niger*.

Les paramètres de la relation taille-poids ainsi que le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) et les résultats du test comparatif de l'écart réduit sont reportés dans le **tableau 44**.

**Tableau 44** : Paramètres de la relation taille-poids chez *G. niger* de Annaba.

Sexe	$a$	$B$	$R^2$	$W_{\infty} \text{ (g)}$	$t_{\text{calculé}}$	$t_{\text{table}}$	Type d'allométrie	Effectif (individus)
Mâles	0,0082	3,1232	0,94	54,22	2,39	1,96	Allométrie minorante	203
Femelles	0,0098	3,0255	0,90	43,90	0,23		Isométrie	80



**Figure 34 :** Equation puissance, relation taille-poids chez *G. niger* de Annaba.  
**A :** mâles ; **B :** femelles.

Les coefficients de détermination  $R^2$  pour les mâles est de l'ordre de 0,94 et de 0,90 pour les femelles. Ces valeurs de  $R^2$  montrent une bonne corrélation entre la taille des individus et leur poids.

Le coefficient d'allométrie  $b$  est de l'ordre de 3,12 chez les mâles et de 3,02 chez les femelles.

Après l'application du test de l'écart réduit, on obtient un  $t_{calculé}$  : mâles = 2,39 < 3, et supérieure à  $t_{table} = 1,96$ . Donc la relation représente une allométrie minorante entre la taille et le poids ce qui signifie que le poids des individus croît relativement moins vite que leur taille.

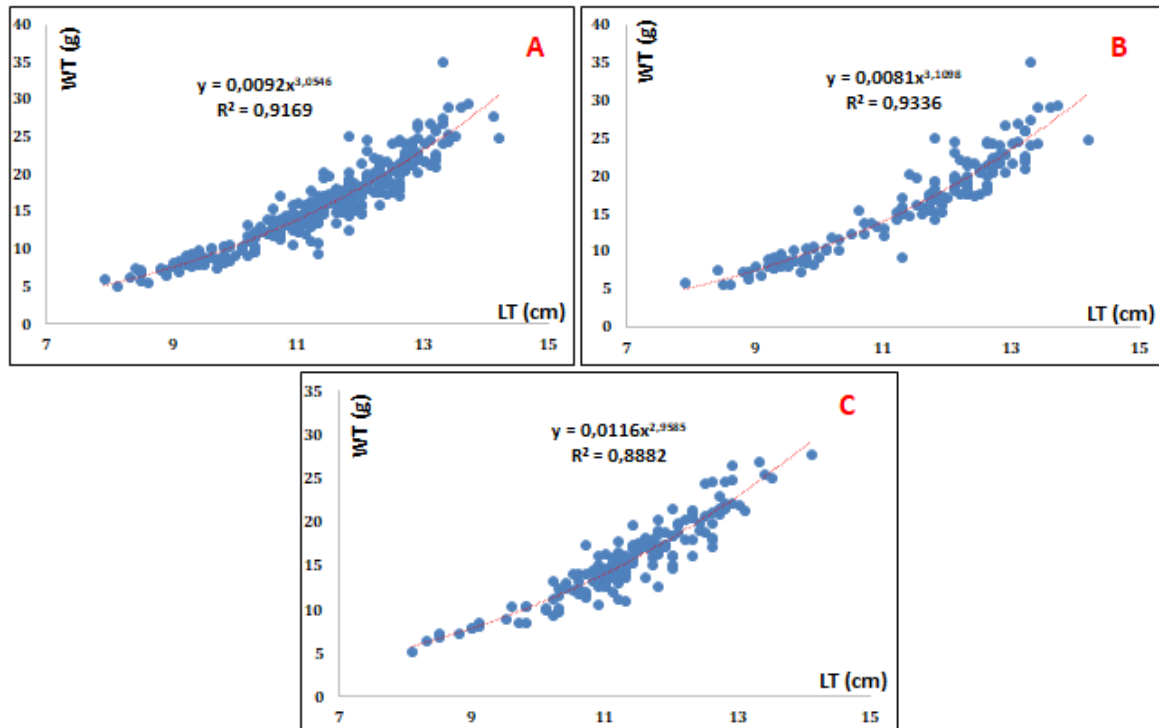
Le  $t_{calculé}$  des femelles est de l'ordre de 0,23 <  $t_{table}$ , donc la relation est de type isométrique, ce qui signifie que le poids des individus croît à la même vitesse que leur taille.

**Béjaïa :** La figure ci-dessous représente les résultats de l'application de l'équation puissance de la relation taille-poids sur 323 individus dont 152 individus mâles et 171 femelles de *G.niger*.

Les paramètres de la relation taille-poids ainsi que le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) et les résultats du test comparatif de l'écart réduit sont reportés dans le **tableau 45**.

Tableau 45 : Paramètres de la relation taille-poids chez *G. niger* de Béjaïa.

Sexe	$a$	$b$	$R^2$	$W_{\infty}$ (g)	$t_{calculé}$	$t_{table}$	type d'allométrie	Effectif (individus)
Sexes confondus	0,0092	3,05	0,91	50,88	1,06	1,96	Isométrie	323
Mâles	0,0081	3,10	0,93	41,57	1,62		Isométrie	152
Femelles	0,0116	2,95	0,88	37,09	0,51		Isométrie	171

Figure 35 : Equation puissance, relation taille-poids chez *G. niger* de Béjaïa.

A : sexes confondus ; B : mâles ; C : femelles.

Les coefficients de détermination  $R^2$  est de 0,91 pour les sexes confondus, 0,93 pour les mâles et de 0,88 pour les femelles. Ces valeurs obtenues montrent une forte corrélation.

Le coefficient d'allométrie  $b$  est de l'ordre de 3,05 pour sexes confondus, 3,01 pour les mâles et de 2,95 pour les femelles.

Après l'application du test de l'écart réduit, on obtient un  $t_{calculé}$  : (mâles = 1,62 ; femelles = 0,51 et sexes confondus = 1,06) inférieure à  $t_{table} = 1,96$  dans les trois cas.

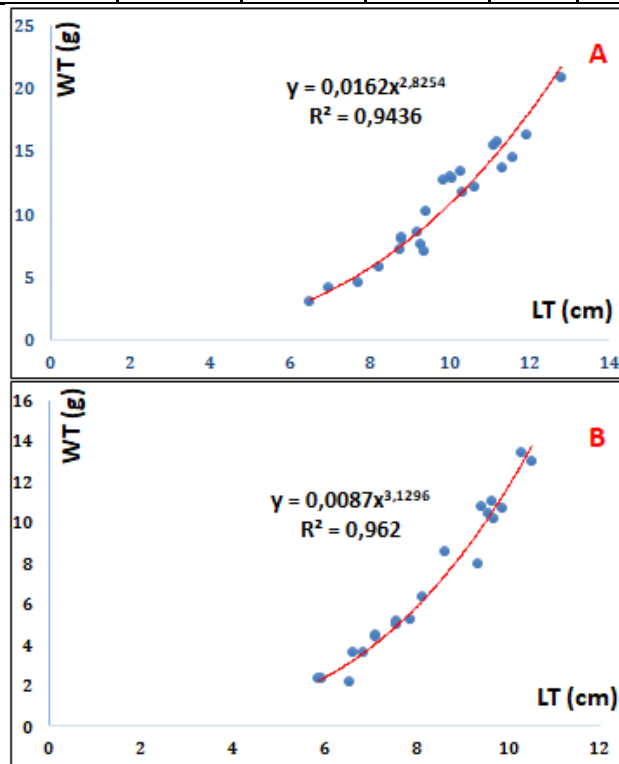
Donc la relation entre la taille et le poids est isométrique pour les individus de Béjaïa. Ceci signifie que le poids croît à la même vitesse avec la taille des individus.

**Côte algéroise :** La figure suivante représente les résultats de l'application de l'équation puissance de la relation taille-poids sur un total de **43** individus dont **23** individus mâles, **20** femelles de *G. niger*.

Les paramètres de la relation taille-poids ainsi que le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) et les résultats du test comparatif de l'écart réduit sont reportés dans le **tableau 46**.

**Tableau 46 :** Paramètres de la relation taille-poids chez *G. niger* de la côte algéroise.

Sexe	<i>a</i>	<i>b</i>	$R^2$	$W_{\infty}$ (g)	$t_{calculé}$	$t_{table}$	type d'allométrie	Effectif (individus)
Mâles	0,0162	2,82	0,94	39,88	1,16	1,96	Isométrie	23
Femelles	0,0087	3,12	0,96	32,12	0,88		Isométrie	20



**Figure 36 :** Equation puissance, relation taille-poids chez *G. niger* de la côte algéroise. **A :** mâles ; **B :** femelles.

Les coefficients de détermination  $R^2$  est de 0,94 chez les mâles et de 0,96 chez les femelles, montrant une bonne corrélation.

Le coefficient d'allométrie *b* est de l'ordre 2,82 pour les mâles et de 3,12 pour les femelles.

Après l'application du test de l'écart réduit, on obtient un  $t_{calculé}$  : (mâles= 1,16 ; femelles = 0,88) inférieure à  $t_{table}=1,96$  dans les deux cas.

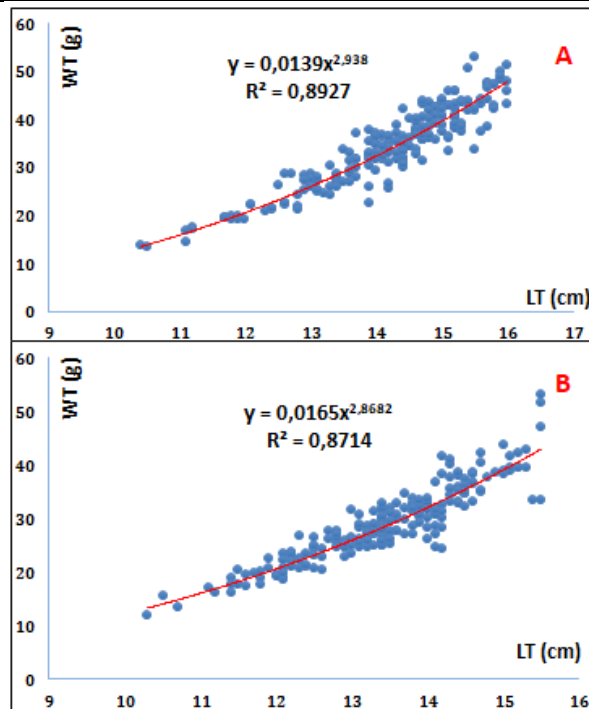
Donc la relation entre la taille et le poids est isométrique pour les individus de la région de la côte algéroise (la taille des individus croît à la même vitesse avec leur poids).

**Béni Saf :** La **figure 37** représente les résultats de l'application de l'équation puissance de la relation taille-poids sur un total de 420 individus dont 213 individus mâles, 207 femelles de *G. niger* de la région de Béni Saf.

Les paramètres de la relation taille-poids ainsi que le poids asymptotique ( $W_{\infty}$ ) et les résultats du test comparatif de l'écart réduit sont reportés dans le **tableau 47**.

**Tableau 47 :** Paramètres de la relation taille-poids chez *G. niger* de Béni Saf.

Sexe	<i>a</i>	<i>B</i>	$R^2$	$W_{\infty}$ (g)	$t_{calculé}$	$t_{table}$	type d'allométrie	Effectif (individus)
Mâles	0,0139	2,93	0,89	54,36	0,88	1,96	Isométrie	213
Femelles	0,0165	2,86	0,87	48,59	1,71		Isométrie	207



**Figure 37 :** Equation puissance, relation taille-poids chez *G. niger* de Béni Saf.  
**A :** mâles ; **B :** femelles.

Les coefficients de détermination  $R^2$  est de l'ordre 0,89 pour les mâles et de 0,87 pour les femelles. Ces valeurs obtenues montrent une très bonne corrélation.

Le coefficient d'allométrie  $b$  est de l'ordre de 2,93 pour les mâles et de 2,86 pour les femelles.

Après l'application du test de l'écart réduit, on obtient un  $t_{calculé}$  : (mâles= 0,88 ; femelles = 1,71) inférieure à  $t_{table} = 1,96$  dans les trois cas. Donc la relation entre la taille et le poids est

isométrique pour les individus de Béni Saf. Le poids des individus croît à la même vitesse avec leur taille.

### 2.5 Croissance pondérale

Les équations de croissance linéaire et les relations taille-poids des quatre régions ont permis d'établir les équations de croissance pondérale de von Bertalanffy.

Les équations de croissance pondérale pour chaque région sont les suivantes :

**Annaba :**

$$\text{Males : } W_t = 54,23 (1 - e^{-0,3(t)})^{3,12}$$

$$\text{Femelles : } W_t = 43,90 (1 - e^{-0,26(t)})^{3,02}$$

**Béjaïa :**

$$\text{Mâles : } W_t = 41,57 (1 - e^{-0,65(t)})^{3,1}$$

$$\text{Femelles : } W_t = 37,09 (1 - e^{-0,5(t)})^{2,95}$$

$$\text{Sexes confondus : } W_t = 50,88 (1 - e^{-0,53(t)})^{3,05}$$

**Côte algéroise :**

$$\text{Mâles : } W_t = 39,88 (1 - e^{-0,52(t)})^{2,82}$$

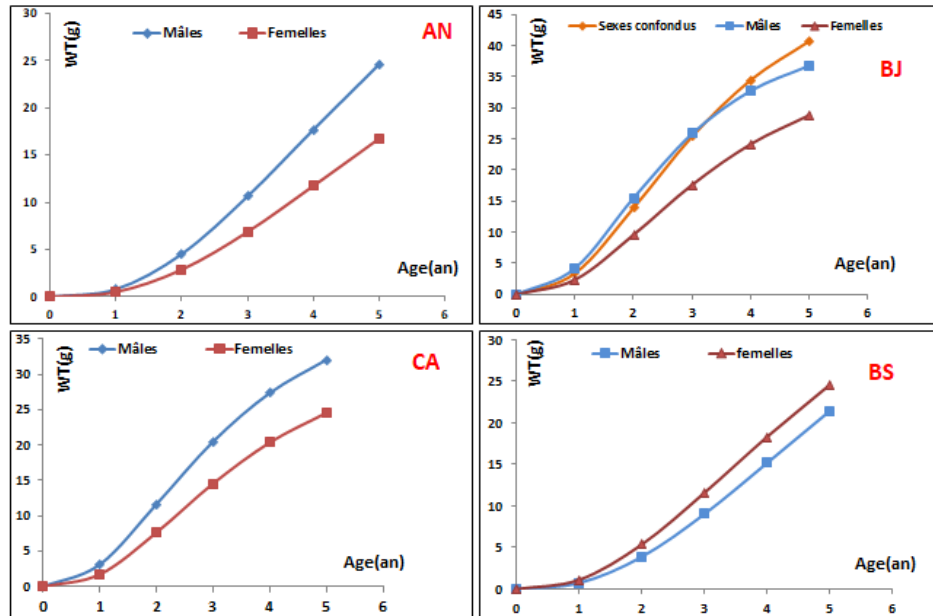
$$\text{Femelles : } W_t = 32,12 (1 - e^{-0,5(t)})^{3,12}$$

**Béni Saf :**

$$\text{Mâles : } W_t = 54,36 (1 - e^{-0,26(t)})^{2,93}$$

$$\text{Femelles : } W_t = 48,59 (1 - e^{-0,31(t)})^{2,86}$$

Ces équations nous ont permis de tracer les courbes de croissance pondérale théorique de von Bertalanffy pour *G. niger* dans chacune des régions (**fig. 38**).



**Figure 38 :** Courbes de croissance pondérale théorique de von Bertalanffy de *G. niger* de chaque stock.  
 AN : Annaba ; BJ : Béjaïa ; CA : côte algéroise ; BS : Béni Saf.

Les individus mâles de Annaba grossissent au fil des années, tandis que les femelles grossissent moins rapidement.

Le poids des mâles et des sexes confondus de Béjaïa évoluent de la même manière de l'âge 0 jusqu'à l'âge de 3 ans, puis le poids des sexes confondus continue à évoluer tandis que le poids des mâles augmente légèrement avec le temps. Les femelles grossissent lentement pour atteindre leur poids maximal.

Les individus mâles de la côte algéroise grossissent de manière rapide avant d'atteindre leur poids asymptotique, tandis que les femelles grossissent moins rapidement.

Les individus mâles et femelles de Béni Saf, grossissent de la même manière.

# **CONCLUSION**

## Conclusion

Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé une étude pour tenter de prouver l'homogénéité ou l'hétérogénéité des stocks du gobie noir *Gobius niger* échantillonnés en 2016, 2017 et 2021 le long de la côte algérienne (Annaba, Béjaïa, côte algéroise et Béni Saf), en utilisant la taille moyenne, les caractères méristiques et la forme des otolithes comme des outils discriminants. Nous avons procédé à l'étude de l'âge et à l'estimation des paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy des différents stocks identifiés.

Selon les résultats de l'analyse discriminante, il y aurait au moins 4 stocks du gobie noir (Annaba, Béjaïa, région algéroise et Béni Saf).

L'étude de la dynamique de ces stocks identifiés est réalisée en appliquant plusieurs méthodes. Les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy choisis pour notre étude sont ceux déterminés par la méthode d'*ELEFANI*.

Cette dernière a révélé dans chacune des régions les paramètres suivants :  $L_{\infty} = 16,72$  cm, un  $K = 0,3 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,1$  cm,  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles à **Annaba** ;  $L_{\infty} = 15,6$  cm, un  $K = 0,65 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 15,3$  cm,  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans, et pour les femelles et  $L_{\infty} = 16,8$  cm,  $K = 0,53 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les sexes confondus de **Béjaïa** ;  $L_{\infty} = 14,68$  cm, un  $K = 0,52 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 13,8$  cm,  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de la **côte algérienne** ; et  $L_{\infty} = 16,7$  cm, un  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,2$  cm,  $K = 0,31 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de **Béni Saf**.

Les valeurs de  $L_{\infty}$  et  $K$  représentent bien notre espèce étudié ; le gobie noir *Gobius niger* qui a une faible longévité (Fage, 1915a, 1915b ; Duncker et Ladiges, 1960 ; Muus, 1966 ; Miller, 1961 ; Bodilis *et al.*, 2021) et une longueur asymptotique atteinte rapidement (Fabi et Giannetti, 1984 ; Filiz et Togulga, 2009 ; Filiz, 2013 et Abdallah, 2002).

En outre, les paramètres de croissance paraissent raisonnables au vu de ceux obtenus par la même espèce dans d'autres régions de la Méditerranée (Fabi et Giannetti, 1984 ; Filiz et Togulga, 2009 ; Filiz, 2013 et Abdallah, 2002) (**annexe 03, tab. 06**).

L'étude de la croissance pondérale des quatre stocks identifiés a montré que la croissance est de type isométrique entre la taille (LT) et le poids (WT) pour tous les individus de **Béjaïa**, de **la côte algéroise** et de **Béni Saf**, de même pour les individus femelles de **Annaba**.

La taille et le poids des individus mâles de **Annaba** présentent une allométrie minorante entre la taille et le poids des individus, ceci signifie que le poids (WT) croît moins rapidement que la taille (LT).

Au terme de ce travail, certaines recommandations et perspectives peuvent être prononcées pour mieux cerner les stocks du gobie noir en Algérie :

- étaler la période d'échantillonnage pour augmenter l'effectif ainsi que la gamme des tailles échantillonnées, ce qui améliore également la qualité de l'estimation des paramètres de croissance ;
- procéder à une étude otolithométrique pour la lecture d'âge ;
- effectuer une étude génétique qui est nécessaire pour appuyer les résultats obtenus par l'analyse discriminante que nous avons effectuée ; et
- suggérer l'utilisation des marqueurs (isotopes).

**REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- Abdallah M., (2002).** Length-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. *Naga, The Iclarm Quarterly*, 25(1), pp.19-20
- Ainouche N., (2008).** Ecologie, biologie et exploitation de la crevette *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) de la région algéroise. Thèse de magister. Halieutique. Alger, USTHB.
- Auclair J., Frenette J., Dodson J., (1993).** Zooplankton community structure in southwestern Québec lakes: The roles of acidity and predation. *Journal of Plancton Research*, (1993), 15(10), pp.1103-1128,
- Benallia, A. et Bouchelif, D., (2017).** Contribution à l'étude de la croissance et de l'exploitation du gobie noir *Gobius niger* L., 1758 (Actinopteri, Perciformes) dans la région de Béni Saf. Mémoire de master. Halieutique., Khemis Miliana, UDBKM.
- Bodilis P., Le Bris S. et Francour P., (2021).** In : DORIS, 11/04/2021 : *Gobius niger* Linnaeus, 1758. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : <https://doris.ffesmm.fr/ref/specie/1819>.
- Berkani A., (2017).** Contribution à l'étude de la croissance du *pagellus acarne* (Risso, 1826) dans la baie de Bou-Ismaïl. Mémoire de Master. Halieutique. Alger. ENSSMAL.
- Biol J., C. Animales C., Sciences U F R., (2002).** Original Paper., *Histopathology*, vol. 41, no. 3a, pp. 5–18. [En ligne]. (Page consultée le 03 Avril 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1046/j.1365-2559.2002.14899.
- Boufersaoui S., (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. Halieutique. Alger. USTHB.
- Chakour A. et El Ouizgani H., (2016).** La variabilité morphométrique et méristique des populations de sole pole (*Pegusa lascaris*) de la zone Centrale Atlantique du Maroc/The morphometric and meristic variability of populations of sole pole (*Pegusa lascaris*) of the Atlantic Central zone of Moro, *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 18, no. 3, p. 846.
- Chakour A. et Elouizgani H., (2018).** The uses of otolith shape in discrimination of the sand sole (*Solea lascaris*, Risso 1810) population., *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 9, no. 12, pp. 3160 3166.

- Couvray S., (2016).** Étude de la dynamique de populations d'oursins comestibles *Paracentrotus lividus* ( Lamarck , 1816 ) en zone pêchée et anthropisée : Évaluation de l'efficacité et de l'impact d'opérations de lâchers de juvéniles.
- Da N., Ouédraogo R. et Ouéda A., (2018).** Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 12, no. 4, p. 1601, 2018. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.4314/ijbcs.v12i4.8.
- Da Silva CF., Corte GN., Yokoyama LQ et al., (2015).** Growth, mortality, and reproduction of *Tagelus plebeius* (Bivalvia: Solecurtidae) in Southeast Brazil,” *Helgol. Mar. Res.*, vol. 69, no. 1, pp. 1–12. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1007/s10152-014-0417-0.
- Desmarchelier M., (1986).** Contribution à l'étude de la biologie des population de Tacauds *Trisopterus luscus* (L. 1758) en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord,” vol. Ph. D, p. 172, 1986, [En ligne]. (Page consultée le 08 Août 2021). Disponible sur le web : <https://archimer.ifremer.fr/doc/1986/these-6943.pdf>.
- Fabi G. et Giannetti G., (1985).** Growth parameters of the black goby (*Gobius niger*, L., 1758) in the Adriatic Sea, based on otoliths reading. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, 29(8), pp. 87–90.
- Filiz G., (2013).** Age, growth and feeding of the black goby, *Gobius niger*, in Candarli bay (Aegean sea). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, (40), p. 666.
- Filiz H. et Toğulga M., (2009).** Age and growth, reproduction and diet of the black goby (*Gobius niger*) from Aegean Sea. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(3), 243-265. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.3153/jfscom.2009030.
- Fischer, W., Bauchot, M. L. et Schneider, M. (1987).** Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37., Volume II. Vertébrés. Rome : CEE; FAO.
- Francour, P. et Finelli, F. (1991).** Complément à l'inventaire des poissons marins de La réserve de Scandola (Corse, Méditerranée nord-occidentale). *Parc naturel régional de Corse*, (31), pp. 35-53.

- Froese R. et Pauly D (2021).** FishBase. *Gobius niger* Linnaeus, 1758. Accédé partie de : World Register of Marine Species. [En ligne]. (Page consultée le 08 Août 2021). Disponible sur le web : <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=126892> on 2021-10-27.
- Gayanilo F C J., Sparre P. et Pauly D., (2005).** The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II) user's guide FAO computerize information series (Fisheries). (Version1.2.0). Rome : FAO.
- Grimes S., (2010).** Peuplements benthiques des substrats meubles de côte algérienne : Taxonomie, structure et statue écologique. Thèse de doctorat. Biologie marine. Oran.UO.
- Harchouche K., (2006).** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. Thèse de doctorat. Halieutique. Alger, USTHB.
- Hebbar C., (2013).** Contribution à l'étude de la biologie et de l'exploitation du rouget barbet de vase (*Mullus barbatus* Linné., 1758) pêché dans le littoral oranais," p. 258.
- 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. Halieutique. x, Alger, USHTB.
- 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. Halieutique. Alger, USTHB.
- Hazine H., (2002).** Analyse de la distribution de fréquence de taille des espadons (*xiphias gladius* , linnaeus 1758 ) capturés dans l'atlantique sud-ouest équatorial.
- Joyeux J., Bouchereau J. et Tomasini J., (1991).** Croissance et structure démographique de la population de *Gobius Niger* Linné, 1758 (poisson, téléostéen) dans une lagune nord- méditerranéenne, *Cah. Biol. Mar.*, vol. 32, no. 4, pp. 415–437.
- J.-C Joyeux, J.-A Tomasini, J.-L Bouchereau., (2020).** MODALITES DE LA REPRODUCTION DE GOBIUS NIGER (TELEOSTEI, GOBIIDAE) DANS UNE LAGUNE MÉDITERRANÉENNE. Vie et Milieu / Life & Environment, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago, 1992, pp.1-13. fihal-03044220f.

- Jemaa S., (2014).** Étude de la structure des populations et du régime alimentaire de l'anchois européen ( *Engraulis encrasicolus* ) et de la sardine européenne ( *Sardina pilchardus* ) : relations avec l'environnement. Biodiversité et Ecologie. Université du Littoral Côte d'Opale, 2014. Français. ffNNT : 2014DUNK0391ff. fftel-01359945f.
- Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Garilao, C et al., (2019).** AquaMaps: Predicted range maps for aquatic species. [En ligne]. (Page consultée le 15 Août 2021). Disponible sur le web : <https://www.aquamaps.org>.
- Keith P., Hoareau T B., Lord et al., (2008).** Characterisation of post-larval to juvenile stages, metamorphosis and recruitment of an amphidromous goby, *Sicyopterus lagocephalus* (Pallas) (Teleostei: Gobiidae: Sicydiinae).
- Kikuchi E., García S., da Costa P A S et al., (2021).** Discrimination of red porgy *Pagrus pagrus* (Sparidae) potential stocks in the south-western Atlantic by otolith shape analysis, *J. Fish Biol.*, vol. 98, no. 2, pp. 548–556. [En ligne]. (Page consultée le 08 Août 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1111/jfb.14598.
- Kitikli V., (2010).** Etude de la croissance de *Oreochromis niloticus* en période d'inondation dans le village de Bagbé (Sud du Togo) à partir des données de longueur, vol. 2, p. 59.
- Korichi H S., (1988).** Contribution à l'étude biologique des deux espèces de saurel : *Trachurus trachurus* (L., 1857) et *Trachurus méditerranéus* (S., 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* en baie de Bou-Ismaïl. Thèse de magister. Halieutique. Alger, ISMAL.
- Labidi-Neghli N., Neghli L. et Nouar A., (2019).** Indices D'Exploitation De La Thonine Commune *Euthynnus Alletteratus* (Rafinesque, 1810) Des Côtes Algeriennes, *Sci. Pap. ICCAT*, vol. 76, no. 7, pp. 102–110.
- Lagoon B., (1989).** La reproduction de *Gobius niger* ( pisces , gobiidae ) dans la lagune de maugui - france data about reproduction of *Gobius niger* (Pisces , Gobiidae ) fecundities , spawning , eggs and larvae, vol. 1, pp. 97–106, 1989.
- Lakhdar-Ezzine R. et Miloudi T., (2019).** Contribution à l'étude des Gobiidae (Actinopterygii, Perciformes) de la ville côtière de Cherchell : Inventaire d'un site naturel (Cap Rouge) et analyse discriminatoire. Mémoire de Master. Halieutique. Alger. ENSSMAL.
- Leclaire, L. (1972).** La sédimentation holocène sur le versant méridional du bassin algero-baléares : précontinent algérien. 24. Paris : Éditions du Muséum.

- Libungan L A. et Pálsson S., (2015).** ShapeR: An R package to study otolith shape variation among fish populations, *PLoS One*, vol. 10, no. 3, pp. 1–12. [En ligne]. (Page consultée le 10 Septembre 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1371/journal.pone.0121102.
- Louiz I., Ben Hassine O K., Palluel O. et al., (2016).** Spatial and temporal variation of biochemical biomarkers in *Gobius niger* (Gobiidae) from a southern Mediterranean lagoon (Bizerta lagoon, Tunisia): Influence of biotic and abiotic factors,” *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 107, no. 1, pp. 305–314. [En ligne]. (Page consultée le 08 Août 2021). Disponible sur le web doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.03.045.
- M.-L. De Casabianca, A. Kiener., (2020).** GOBIIDÉS DES ÉTANGS CORSES : SYSTÉMATIQUE, ÉCOLOGIE, RÉGIME ALIMENTAIRE ET POSITION DANS LES CHAÎNES TROPHIQUES. Vie et Milieu, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago, 1969, pp.611-634. fahal-02958132f.
- Mahé K., (2019).** Sources de variation de la forme des otolithes : Implications pour la discrimination des stocks de poissons,” no. December, p. 279.
- Messaoud H., Bouriga N., Néjib M et al., (2011).** Discrimination de trois populations d’anchois du genre *Engraulis* (Clupeiforme, Engraulidae) des côtes tunisiennes par analyse de forme des otolithes. vol. 38, pp. 21–27.
- Mille T., (2015).** “Sources de variation intra-populationnelle de la morphologie des otolithes : asymétrie directionnelle et régime alimentaire,” *Ifremer. Manche, Cent.*, pp. 17–19,.
- Morat F., Letourneur Y., Nérini D et al., (2012).** “Discrimination of red mullet populations (Teleostean, Mullidae) along multi-spatial and ontogenetic scales within the Mediterranean basin on the basis of otolith shape analysis,” *Aquat. Living Resour.*, vol. 25, no. 1, pp. 27–39. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1051/alr/2011151.
- Moreau J., (1964).** “Contribution a l’étude du lieu jaune (*Gadus Pollachius L.*),” *Rev. des Trav. l’Institut des Pêches Marit.*, vol. 28, no. 3, pp. 238–255.
- Kamal Nasreddine., (2010).** Recalage de signaux et reconnaissance de formes. Application à l’analyse des otolithes de poissons. Interface homme-machine [cs.HC]. Université de Bretagne occidentale - Brest, 2010. Français. fftel-0054472.
- Nomwine Da., Ouédraogo R. et Ouéda A., (2018).** Relation poids-longueur et facteur de condition de *Clarias anguillaris* et *Sarotherodon galilaeus* pêchées dans le lac Bam et le réservoir de la Kompienga au Burkina Faso, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 12, no. 4, p. 1601. [En ligne]. (Page consultée le 08 Août 2021). Disponible sur le web : doi: 10.4314/ijbcs.v12i4.8.

- Parisi-Baradad V., Lombarte A., Garcia-Ladona E et al., (2005).** Otolith shape contour analysis using affine transformation invariant wavelet transforms and curvature scale space representation, *Mar. Freshw. Res.*, vol. 56, no. 5, pp. 795–804. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1071/MF04162.
- Pauly D., (1997).** Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Cépaduès. Editions, Toulouse. p. 288.
- Pauly N. et David D., (2000).** ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction data of growth parameters from length-frequency," *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforsch.*, vol. 28, no. 4, pp. 205–211.
- Pauly P., David N. et Hertel-Wulff J., (1986).** Fishery statistics on the microcomputer: A basic version of Hasselblad's NORMSEP program., no. June, p. 12
- Sadat, Z. (2017).** Discrimination des populations de trois espèces de petits pélagiques des côtes algériennes : *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) et *Boops boops* (Linnaeus, 1758) par analyse de forme des otolithes. École Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral.
- Sadighzadeh Z. et al., (2014).** "Use of otolith shape for stock identification of John's snapper, *Lutjanus johnii* (Pisces: Lutjanidae), from the Persian Gulf and the Oman Sea," *Fish. Res.*, vol. 155, pp. 59–63. [En ligne]. (Page consultée le 14 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1016/j.fishres.2014.02.024.
- Sarr S., Kabre J. et Diadhiou H., (2013).** Age et croissance de *Mugil Cephalus* (Linnaeus, 1758, Mugilidae) dans l'estuaire du fleuve Sénégal," *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 6, no. 5, pp. 2149–2157, 2013. [En ligne]. (Page consultée le 14 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.4314/ijbcs.v6i5.22.
- Scarponi, P., Coro G. et Pagano P., (2018).** A collection of Aquamaps native layers in NetCDF format. Data in brief 17 p: 292-296.
- Schwamborn R., Mildenerger T K. et Taylor M H., (2019).** Assessing sources of uncertainty in length-based estimates of body growth in populations of fishes and macroinvertebrates with bootstrapped ELEFAN, *Ecol. Modell.*, vol. 393, pp. 37–51. [En ligne]. (Page consultée le 21 Mai 2021). Disponible sur le web : doi: 10.1016/j.ecolmodel.2018.12.001.
- Sparre P. et Venema S. C., (1996).** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. (Première partie : manuel). (FAO document technique sur les pêches. N° 306/1). Rome : FAO.

**Tchapnouo J., Njiné T, Togouet S., Segnou S et al., (2012).** Diversité spécifique et abondance des communautés de copépodes, cladocères et rotifères des lacs du complexe Ossa (Dizangué, Cameroun., vol. 6, p. 71-93. [En ligne]. (Page consultée le 15 Mai 2021). Disponible sur le web : doi : 10.4000/PHYSIO-GEO.2430.

# **ANNEXE**

## Annexe 01

Le script d'application est donné dans ce qui suit (Lakhdar-Ezzine et Miloudi, 2019).

```
# Pour commencer l'application, il faut d'abord installer le package concerné  
et installer aussi tout les packages dépendant en utilisant la commande  
"install.packages()" en mettant le nom du package entre les ().
```

```
install.packages("shapeR")          # ce package utilise des commandes des  
packages suivants qu'il faut installer également : gplots, jpeg, pixmap and  
wavethresh, ipred
```

```
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("gplots")  
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("jpeg")  
# S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("pixmap") #  
S'installe automatiquement avec shapeR : install.packages("wavethresh")
```

```
# Pour réaliser l'application de l'analyse de forme des otolithes en utilisant  
le package "shapeR", on doit créer un dossier se nommant "ShapeAnalysis" et à  
l'intérieur de ce dernier, créer un autre dossier au nom "Original" et y créer  
des dossiers au nombre des populations que l'on a si l'on compare des  
populations appartenant à une seule espèce ou au nombre d'espèces à comparer.  
Les noms des dossiers doivent être composés de deux lettres en majuscule  
codifiant l'aire de la population ou l'espèce. A l'intérieur de chaque dossier  
doivent figurer les photos des otolithes à analyser qu'il faut nommer suivant  
le modèle "101_1; 101_2; 102_1...". Une copie du dossier "Original" se nommant  
"Fixed" est à mettre aussi dans le même dossier racine. On rajoute également  
le fichier de données qu'on nomme "FISH.csv", contenant les métadonnées des  
otolithes. Modèle du fichier à suivre sur ce lien :
```

```
https://github.com/lisalibungan/shapeR/blob/master/ShapeAnalysis/FISH.csv
```

```
# Deux colonnes sont obligatoires dans ce fichier : "folder", nom du dossier  
contenant l'otolithe' et "picname", nom de la photo de l'otolithe. La colonne  
"length_cm", longueur du poisson, est nécessaire pour pouvoir éliminer  
l'effet de la croissance allométrique sur la forme de l'otolithe. La colonne  
"cal" est nécessaire pour pouvoir extraire les données sur le périmètre, la  
hauteur, la largeur et la surface de l'otolithe.
```

```
# Davantage d'explication sur la procédure et les différentes commandes du  
package sont disponible sur les liens suivants :
```

```
#
```

```

https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0121102
# https://cran.r-project.org/web/packages/shapeR/shapeR.pdf

# On doit définir le dossier de travail, mais avant il faut vérifier le dossier
actif par la commande suivante :

getwd()

# Si le dossier de travail n'est pas au bon endroit, on le définit en
utilisant la commande suivante :

setwd("C:/ShapeAnalysis")      # "C:/ShapeAnalysis" étant l'emplacement
supposé du dossier de l'application.

# Tout est prêt, on peut commencer l'application en chargeant d'abord le
package :

library(shapeR)
# Lire le fichier de données : shape = shapeR("C:/ShapeAnalysis",
"FISH.csv")

# Détection des contours :
shape = detect.outline(shape, threshold = 0.2, write.outline.w.org = TRUE)
# la valeur du seuil de détection "threshold" peut être modifiée si le
contour de l'otolithe est mal détecté.

# Vérifier si la détection des contours a été réalisée sans problème en
examinant visuellement les images générées dans le dossier

"Original_with_outline". Si le contour d'un otolithe est mal détecté, le seuil
doit être changé ou bien l'image doit être traitée en corrigeant le problème
causant la mauvaise détection du contour.

# Si un ou plusieurs contours sont mal détectés, ils doivent être éliminés
via la commande :

shape = remove.outline(shape, "folder", "picname")      # remplacer
'folder' et 'picname' par leurs valeurs respectives
# Relancer la détection des contours
shape = detect.outline(shape, threshold = 0.2, write.outline.w.org = TRUE)
# seuls le/les contour(s) éliminés seront redétectés.

```

```

# On peut afficher un contour bien précis pour examination visuelle après
redétection avec la commande :

show.original.with.outline(shape,"folder","picname")

# On peut lisser les contours pour de meilleures analyses de Fourier et
Wavelet avec la commande :

shape = smoothout(shape, n = 100)

# On peut visualiser les deux contours, lissé et avant lissage sur un même
otolithe par la série de commandes suivantes :

outline.org=shapeoutline.list.org[["folder"]][["picname"]]      # remplacer
'folder' et 'picname' par leurs valeurs resepectives
outline=shapeoutline.list[["folder"]][["picname"]]              # remplacer
'folder' et 'picname' par leurs valeurs respectives
plot(outline.org$X,outline.org$Y,type='l',xlab="",ylab="",lwd=2,axes=F)
lines(outline$X,outline$Y,col="red",lwd=2)

legend("bottomleft",c('Original','Smoothed'),lty=1,col=c('black','red'),lwd=2)

# Extraire les coefficients de forme de Fourier et de Wavelet shape =
generateShapeCoefficients(shape)

# Connecter les métadonnées des otolithes avec les données de contours :
shape = enrich.master.list(shape)
# Enregistrer le fichier enrichi :
save(shape,file = "NomChoisi.RData")      # Choisir un nom adapté au
fichier.

# Extraire les descripteurs de distances des otolithes (longueur et largeur de
Féret, périmètre et surface)
FeretLWPA = getMeasurements(shape)

# Exporter le tableau produit :
write.csv(FeretLWPA, file = "FeretLWPA.csv")

# Calculer les moyennes de chacun des descripteurs pour chacune des
populations/espèces et les exporter en des fichiers :

```

```

SpArea = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.area, getMasterlist(shape)$pop,
mean)

SpLength = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.length,
getMasterlist(shape)$pop, mean)

SpWidth = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.width,
getMasterlist(shape)$pop, mean)

SpPerimeter = tapply(getMeasurements(shape)$otolith.perimeter,
getMasterlist(shape)$pop, mean) write.csv(SpArea, file = "SpArea.csv")
write.csv(SpLength, file = "SpLength.csv") write.csv(SpWidth, file =
"SpWidth.csv") write.csv(SpPerimeter, file = "SpPerimeter.csv")

# Forme moyenne des otolithes par les coeficients de Wavelet :
plotWaveletShape(shape, "pop", show.angle = TRUE, lwd = 2, lty = 1)
# penser à enregistrer l'image générée

# Forme moyenne des otolithes par les coeficients de Fourier :
plotFourierShape(shape, "pop", show.angle = TRUE, lwd = 2, lty = 1)
# penser à enregistrer l'image générée

# Standardisation des coefficients de Wavelet et de Fourier pour éliminer
l'effet de la croissance allométrique en supprimant les coefficients
montrant une interaction entre la population/espèce et la longueur du poisson
:

shape = stdCoefs(shape, classes = "pop", "length_cm", bonferroni = FALSE)

# Actualiser le fichier en l'enregistrant de nouveau :
save(shape, file = "NomChoisi.RData") # Ne pas oublier de remplacer le nom.

# Evaluer la qualité de reconstruction des contours par les coefficients
de Fourier ou de Wavelet en visualisant les graphes : est.list =
estimate.outline.reconstruction(shape)

outline.reconstruction.plot(est.list, max.num.harmonics = 15) #
penser à enregistrer l'image générée

# Voir à quel angle réside la variabilité de Wavelet :
plotWavelet(shape, level = 5, class.name = "pop", useStdcoef = TRUE) #
penser à enregistrer l'image générée

```

# Cette figure est fort intéressante car elle montre où réside la différence de forme entre les différentes populations/espèces, est-ce que la forme diffère au niveau du rostre ou l'anti-rostre ...etc.

## Annexe 02

**Tableau 01 :** Distribution des fréquences de taille de *G. niger* pour les mâles et les femelles de Annaba.

Mâles		Femelles	
<i>Effectif (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>	<i>Effectif (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>
2	8,8	8	9,3
5	9,3	5	9,9
7	9,8	9	10,5
7	10,3	15	11,1
13	10,8	16	11,7
11	11,3	12	12,3
15	11,8	9	12,9
31	12,3	3	13,5
25	12,8	3	14,1
27	13,3		
32	13,8		
19	14,3		
5	14,8		
4	15,3		

**Tableau 02 :** Distribution des fréquences de taille de *G. niger* pour les mâles, les femelles et les sexes confondus de Béjaïa.

Sexes confondus		Mâles		Femelles	
<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>	<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>	<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>
3	8,1	2	8,2	4	8,3
5	8,6	6	8,7	3	8,8
14	9	14	9,2	3	9,3
18	9,5	16	9,7	5	9,7
18	9,9	6	10,2	11	10,2
15	10,4	6	10,7	23	10,7
36	10,8	11	11,2	37	11,2
45	11,3	20	11,7	33	11,6
51	11,7	24	12,2	24	12,1
41	12,2	29	12,7	16	12,6
46	12,6	15	13,3	8	13
19	13,1	2	13,8	3	13,5
10	13,5	1	14,3	1	14
1	14				
1	14,4				

**Tableau 03 :** Distribution des fréquences de taille de *G. niger* pour les mâles et les femelles de la côte algéroise.

Mâles		Femelles	
<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>	<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>
2	6,88	4	6,27
1	7,68	3	7,07
4	8,48	4	7,87
4	9,28	1	8,67
5	10,08	5	9,47
3	10,88	3	10,27
3	11,68		
1	12,48		

**Tableau 04 :** Distribution des fréquences de taille de *G. niger* pour les mâles et les femelles de Béni Saf.

Mâles		Femelles	
<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>	<i>Effectifs (N)</i>	<i>Centre de classe (cm)</i>
2	10,6	2	10,5
2	11	1	10,8
2	11,4	2	11,2
7	11,7	8	11,6
3	12,1	7	11,9
8	12,5	18	12,3
12	12,9	16	12,6
15	13,3	17	13
12	13,6	38	13,4
25	14	18	13,7
33	14,4	33	14,1
33	14,8	25	14,4
30	15,2	6	14,8
18	15,5	11	15,2
11	15,9	5	15,5

### Annexe 03

**Tableau 05** : Valeurs régionaux disponibles de la vitesse moyenne  $\Phi'$  pour *G. niger*.

Auteurs et année	Région	Sexe	$\Phi'$
Fabi et Giannetti (1985)	Italie (Mer Adriatique)	M	2,01
		F	1,72
Abdallah (2002)	Egypte (Alexandrie)	M + F	-
Filiz et Togulga (2009)	Turquie (Mer Égée)	M	1,92
		F	1,85
Filiz (2013)	Turquie (Baie de Candarli)	M	1,94
		F	1,89

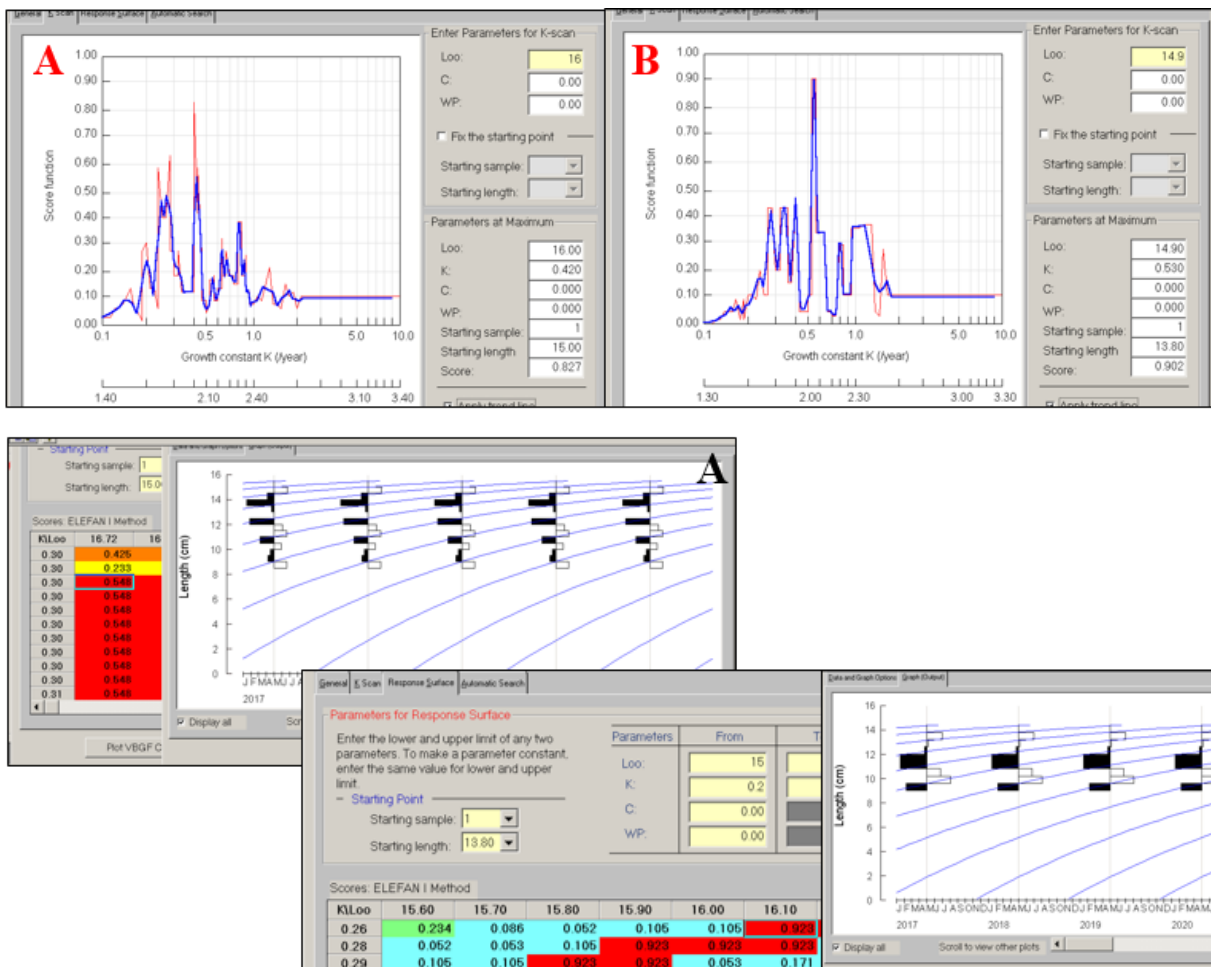
*M+F* : sexes confondus ; *M* : mâles, *F* : femelles

**Tableau 06** : Paramètres de croissance régionaux disponible pour *G. niger*.

Auteurs et année	Région	Sexe	$L_{\infty}$ (cm)	$K$ ( $an^{-1}$ )	$t_0$ (an)
Fabi et Giannetti (1985)	Italie (Mer Adriatique)	M	18,52	0,3	-1,689
		F	16,58	0,19	-2,571
Abdallah (2002)	Egypte (Alexandrie)	M + F	14,5	0,83	-
Filiz et Togulga (2009)	Turquie (Mer Égée)	M	16,69	0,3	-2,205
		F	14,84	0,32	-1,459
Filiz (2013)	Turquie (Baie de Candarli)	M	17,62	0,28	-2,053
		F	14,1	0,39	-1,198

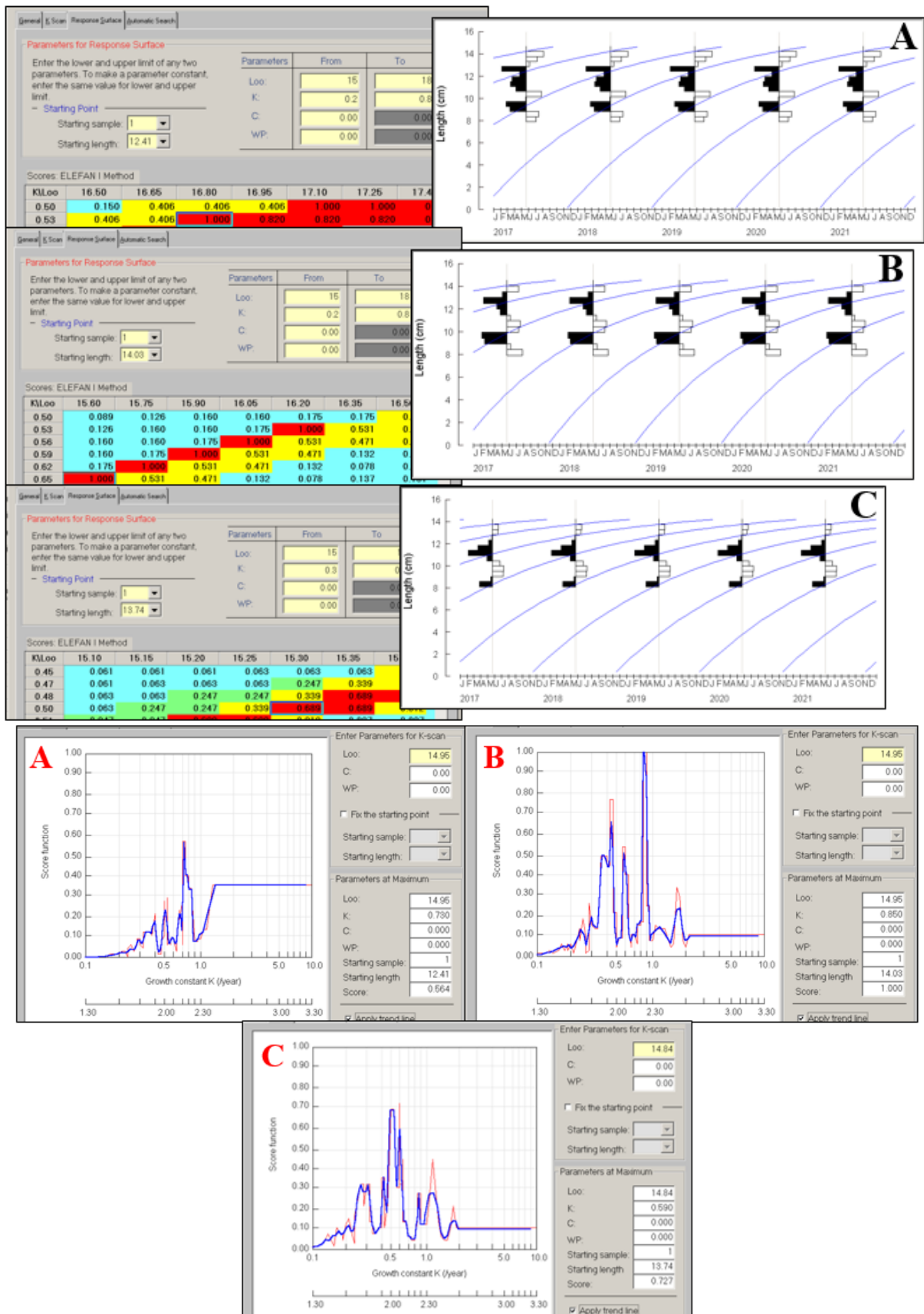
*M+F* : sexes confondus ; *M* : mâles, *F* : femelles

## Annexe 04



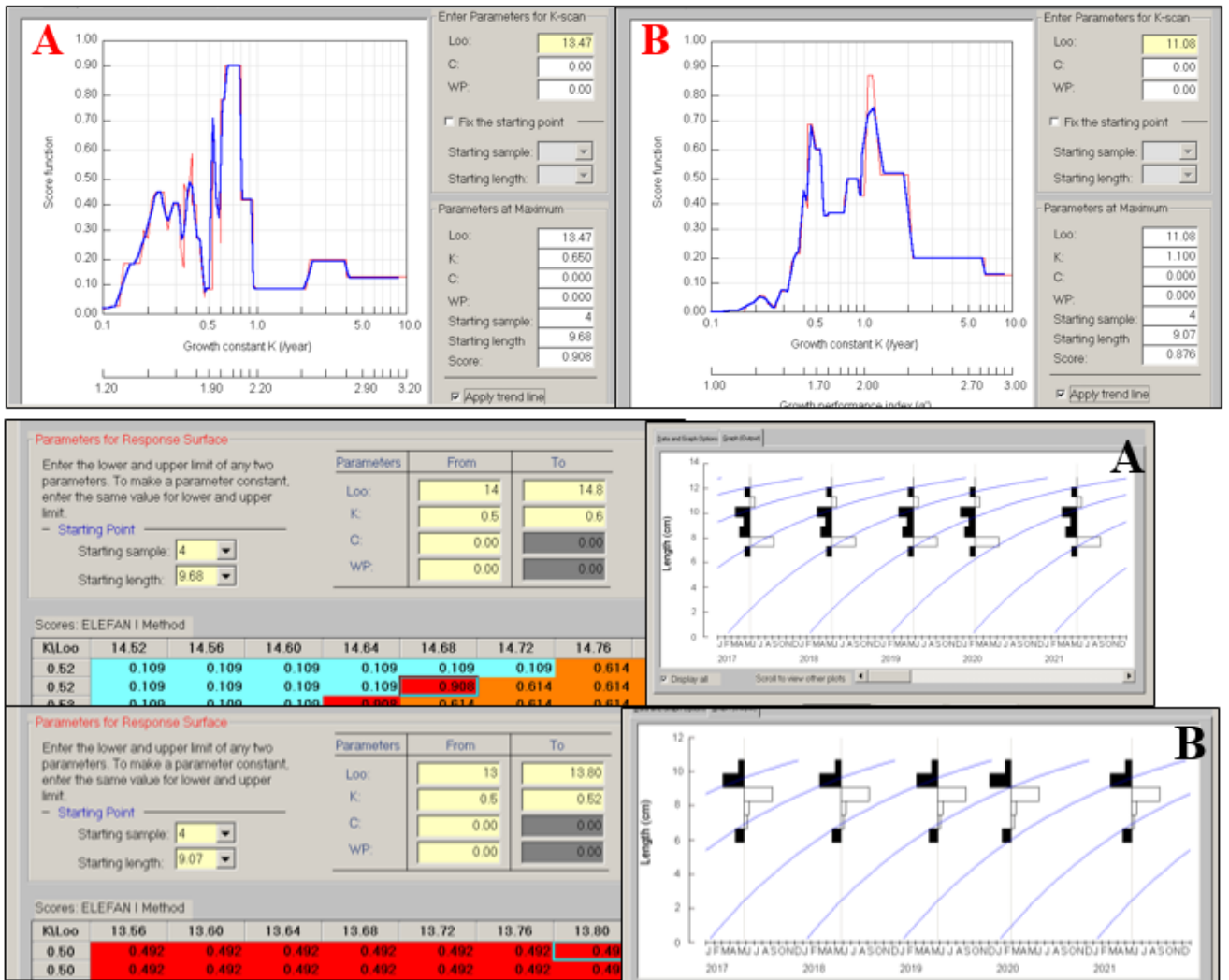
**Figure 01 :** Paramètres de croissance obtenus par les deux anglets *K-scan* et *Response surface* pour Annaba.

*A* : mâles ; *B* : femelles.

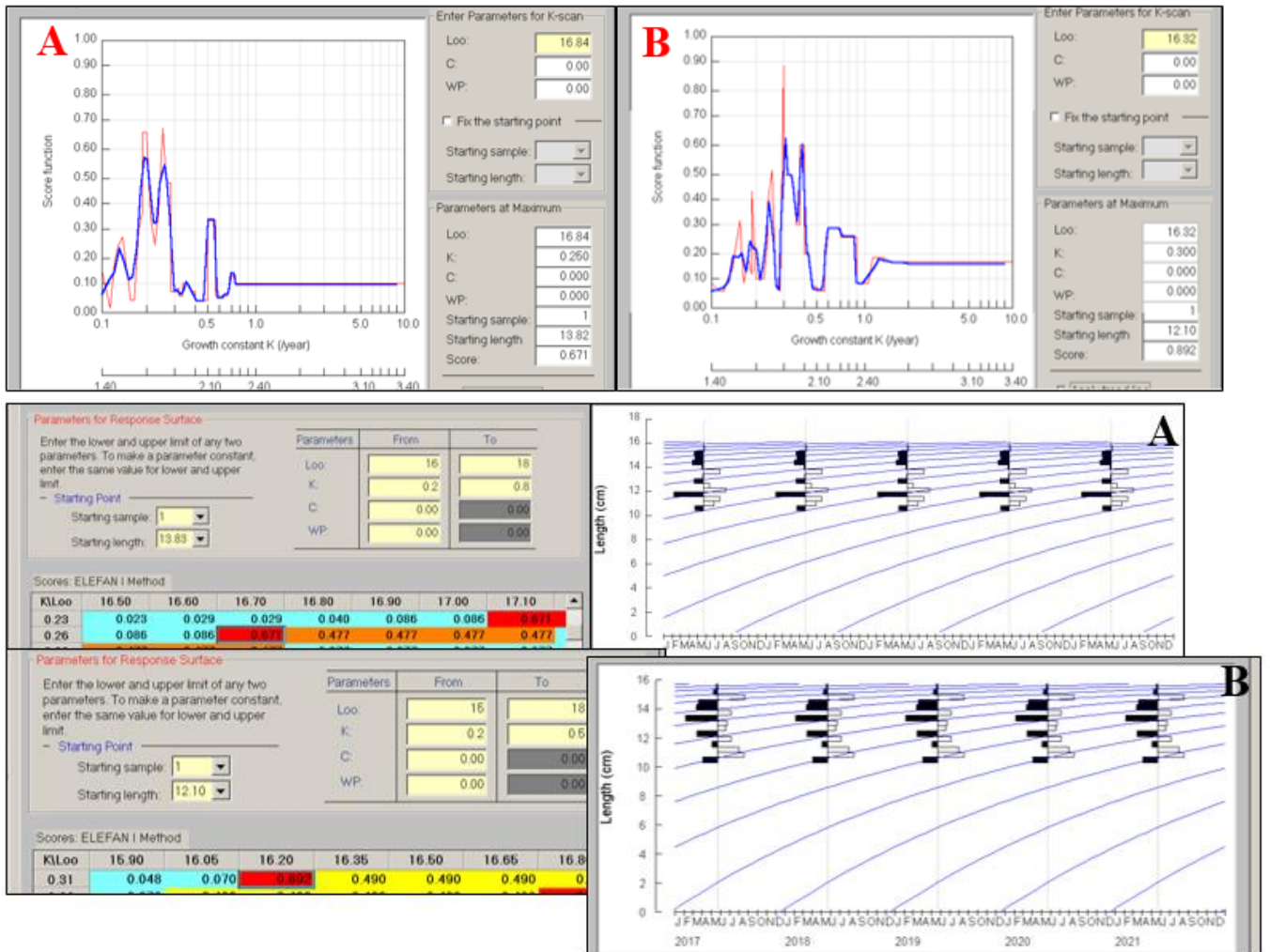


**Figure 02 :** Paramètres de croissance obtenus par les deux angles *K-scan* et *Response surface* pour Béjaïa.

*A : sexe confondus ; B : mâles ; C : femelles.*



**Figure 03 :** Paramètres de croissance obtenus par les deux anglets *K-scan* et *Response surface* pour la côte algéroise.  
*A* : mâles ; *B* : femelles.



**Figure 04 :** Paramètres de croissance obtenus par les deux anglets *K-scan* et *Response surface* pour Béni Saf.  
*A* : mâles ; *B* : femelles.

## Résumé

Ce travail s'intéresse au gobie noir *Gobius niger* Linnaeus, 1758 qui est un poisson osseux démersal appartenant à la famille des Gobiidae. Cette étude est la première en Algérie qui fournit des informations spécifiques relatives aux différents stocks de l'espèce, elle s'est réalisée grâce à un échantillon de 1489 individus dont 907 mâles et 572 femelles collectés en 2016, 2017 et en 2021. En une première étape, une discrimination des stocks a été réalisée par la comparaison des tailles moyennes, par l'étude des caractères méristiques, et complétée par l'analyse de forme des otolithes, en utilisant le package shapeR du logiciel R. Ces analyses ont révélé qu'il existerait au moins 4 stocks du gobie noir le long du littoral algérien (Annaba, Béjaïa, région algéroise et Béni Saf). La deuxième étape consistait en l'étude de la dynamique des différents stocks identifiés. Elle a révélé les paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy suivants :  $L_{\infty} = 16,72$  cm, un  $K = 0,3 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,1$  cm,  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de Annaba ;  $L_{\infty} = 16,8$  cm,  $K = 0,63 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les gobies de Béjaïa ;  $L_{\infty} = 14,68$  cm, un  $K = 0,52 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 13,8$  cm,  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de la côte algérienne ; et  $L_{\infty} = 16,7$  cm, un  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les mâles et  $L_{\infty} = 16,2$  cm,  $K = 0,31 \text{ an}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  ans pour les femelles de Béni Saf. Cette étude mérite d'être appuyée par une analyse génétique qui confirmerait les résultats obtenus.

**Mots-clés :** bassin algérien ; caractères morpho-anatomiques ; Méditerranée ; poisson benthique ; populations.

## Abstract

This work is about the black goby *Gobius niger* Linnaeus, 1758 which is a demersal bony fish belonging to the Gobiidae family. Our study is the first in Algeria which provides specific information of the different species stocks; it was carried out by a sample of 1489 individuals, including 907 males and 572 females collected in 2016, 2017 and 2021. As a first step, stocks discrimination was carried out using total length means, meristic characteristics, and completed by otolith shape analysis by using shapeR package from R software. This analysis revealed that there would be at least four black goby stocks living in the Algerian coast (Annaba, Béjaïa, Algiers and Béni Saf). The second step was about studying population dynamics of the various identified stocks. It revealed the following growth parameters, of von Bertalanffy equation:  $L_{\infty} = 16,72$  cm,  $K = 0,3 \text{ year}^{-1}$  and  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 16,1$  cm,  $K = 0,26 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females in Annaba;  $L_{\infty} = 16,8$  cm,  $K = 0,63 \text{ years}^{-1}$  et un  $t_0 = 0$  years for both sexes combined in Béjaïa;  $L_{\infty} = 14,68$  cm, a  $K = 0,52 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 13,8$  cm,  $K = 0,5 \text{ years}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females in Algiers; and  $L_{\infty} = 16,7$  cm, a  $K = 0,26 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for males and  $L_{\infty} = 16,2$  cm,  $K = 0,31 \text{ year}^{-1}$  and a  $t_0 = 0$  years for females, in Béni Saf. This study deserves to be supported by genetic analyses, which would confirm obtained results.

**Keywords:** Algerian basin, morpho-anatomical characteristics, Mediterranean Sea, benthic fish, populations.

## الملخص

يهتم هذا العمل بالقوبيون الأسود وهي سمكة عظمية قاعية تنتمي إلى عائلة القوبيونيات، تم إجراء ذلك بفضل عينة من 1489 سمكة منهم 907 ذكر و572 أنثى تم جمعها في 2016 و 2017 و 2021. في الخطوة الأولى، تم التمييز بين التجمعات المحلية باستخدام الصفات الجسمانية، وتم استكمالها أيضًا بتحليل شكل عظمة الأذن، باستخدام shapeR من برنامج R. تم تحديد أربع تجمعات محلية للقوبيون الأسود على طول الساحل الجزائري (عنابة، بجاية، منطقة العاصمة، بني صاف). تتألف الخطوة الثانية من دراسة ديناميكيات مختلف المجموعات المحددة. كشفت عن معاملات النمو التالية من معادلة فون بيرتالانفي:  $L_{\infty} = 16,72$  cm،  $K = 0,3 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للذكور و  $L_{\infty} = 16,1$  cm،  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للإناث من عنابة؛  $L_{\infty} = 16,8$  cm،  $K = 0,63 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للجنسين مجتمعين من بجاية؛ و  $L_{\infty} = 14,68$  cm،  $K = 0,52 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للذكور و  $L_{\infty} = 13,8$  cm،  $K = 0,5 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للإناث من الساحل الجزائري؛ و  $L_{\infty} = 16,7$  cm، و  $K = 0,26 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للذكور و  $L_{\infty} = 16,2$  cm،  $K = 0,31 \text{ an}^{-1}$ ، و  $t_0 = 0$  ans للإناث بني صاف. تستحق هذه الدراسة أن تُدعم بالتحليل الجيني الذي قد يؤكد النتائج التي تم الحصول عليها.

**الكلمات المفتاحية:** حوض الجزائري، الصفات الجسمانية، البحر المتوسط، أسماك القاع، التجمعات المحلية