

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité: Hydrobiologie appliquée

**Estimation du niveau d'exploitation d'un crustacé
décapode, la crevette rouge *Aristeus antennatus*
(Risso, 1816) dans la région centre d'Algérie**

Présenté par :

-BENRABAH Habiba

-HABBI Aicha

Soutenu le

devant la commission de jury composée de

M. Djezzar M.	Grade MCB	U. D. B. K. M.	Président
M. Kassar A	Grade MAA	U. D. B. K. M.	Examineur
Mme Chebaani N	Grade MAA	U. D. B. K. M.	Examinatrice
M. Zeghdoudi E	Grade MAA	U. D. B. K. M.	Promoteur

Année universitaire : 2017 / 2018



Remerciements

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la chance
d'étudier et suivre Le chemin de la science*

*Nos remerciements vont à tous ceux qui nous ont aidé à un moment ou
un autre par un encouragement ou une critique dans l'élaboration de ce
modeste travail et plus particulièrement à :*

*Mr M.Djezzar qui nous fait l'honneur d'assurer la présidence de ce
jury, qu'il trouve dans ces lignes nos respectueuses reconnaissances.*

*Mr A. Kassar qui nous fait l'honneur de juger ce travail, qu'il soit
nous le remercions vivement de cette marque d'intérêt.*

*M^{EME} N. Chebaani qui nous fait l'honneur de juger ce travail, qu'elle
soit chaleureusement remerciée.*

*Mr E. Zerghdoudi qui s'est intéressé de très près à notre travail .Il nous
a suivi tout le long de ce mémoire pas à pas jusqu'à sa finalisation,
très patiemment et avec bonne humeur ; son sens de devoir et du
perfectionnisme ont été d'un grand secours dans les moments les plus
délicats.*



*H A B I B A * A J C H A*

Résumé

Le thème de ce travail de recherche, est l'étude de l'espèce *Aristeus antennatus* (Risso , 1816) ou crevette rouge . Cette présente étude, réalisée au niveau de la région centre d'Algérie, est destinée à situer l'état d'exploitation de cette espèce, afin de contribuer à l'aménagement de cette pêche crevette.

Un échantillonnage aléatoire mensuel a été effectué durant une période s'étalant du mois de février 2018 jusqu'au mois d'avril 2018, Au total, 225 individus de *Aristeus antennatus* ont été récoltés au moment de la vente des captures.

La sex-ratio globale présente cependant des variations en fonction de la taille, en faveur des femelles de *Aristeus antennatus* .

Les paramètres de croissance, pour chaque sexe, obtenus par analyse de structure de taille sont : pour les femelles : $L_{\infty} = 61.24$ mm, $K = 0.52$ an⁻¹ et $t_0 = - 0.25$ an, et pour les mâles : $L_{\infty} = 32.31$ mm, $K = 0.79$ an⁻¹ et $t_0 = - 0.19$ an⁻¹. Le coefficient d'allométrie b de la relation taille-poids est inférieur à 3; ce qui reflète une allométrie minorante pour l'espèce ,Le coefficient de mortalité totale (Z : femelles = 2.06 an⁻¹ ; mâles = 2.28 an⁻¹), mortalité naturelle (M : femelles = 0.66 an⁻¹ ; mâles = 0.61 an⁻¹) et mortalité par pêche (F : femelles = 1.4 an⁻¹ ; mâles = 1.72 an⁻¹) et le taux d'exploitation obtenu $E= 0.67$ pour les femelles et $E=0.73$ pour les males .Les modèles analytiques mettent en évidence un état de sous-exploitation du stock d'*Aristeus antennatus* dans la région centre d'Algérie.

Mots-clés :

Aristeus antennatus – région centre d'Algérie- Répartitions – Reproduction - Croissance- Exploitation

Abstract

The theme of this research work is the study of the species *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) or red shrimp. This study, carried out on the Algerian center region, is intended to locate the exploitation state of this species, in order to contribute to the development of this shrimp fishery.

In Algeria, this species evolved at the superior edge of continental shelf from 1000 meter of the depth. She is frequent and plentiful between 400 and 600 meter in day and 200 at 300 meter in night.

The overall sex ratio, nevertheless, varies according to size, in favor of the females of *Aristeus antennatus* .

The growth parameters, for each sex, obtained by size structure analysis are: for females: $L_{\infty} = 61.24$ mm, $K = 0.52$ year⁻¹ and $t_0 = -0.25$ years, and for males: $L_{\infty} = 32.31$ mm, $K = 0.79$ year⁻¹ and $t_0 = -0.19$ year⁻¹. The coefficient of allometry b of the size-weight relationship is seem inferior than 3; which reflects a lower allometric for the species, the total mortality coefficient (Z : females = 2.06 year⁻¹, males = 2.28 year⁻¹), mortality natural (M : females = 0.66 year⁻¹, males = 0.61 year⁻¹) and by mortality fishing (F : females = 1.4 year⁻¹, males = 1.72 year⁻¹) and the exploitation rate obtained $E = 0.67$ for females and $E = 0.73$ for males. The analytical models put in case a state of under exploitation of the stock of *Aristeus antennatus* in the central region of Algeria.

Keywords: *Aristeus antennatus* - Algerian center region - Distribution - Reproduction- Growth- Exploitation

ملخص

يرتكز موضوع هذا البحث حول دراسة الجمبري الأحمر (ريسو 1816) التي أجريت بالمنطقة الوسطى للجزائر لغرض معرفة وضعية الإستغلال من أجل تنظيم عملية الصيد لهذا النوع .
في الجزائر ينمو هذا النوع على مستوى كل من الحافة العلوية للهضبة و المنحدر القاري ابتداء من 1000 متر، ويتواجد كذلك بين 400 متر و 600 متر خلال النهار و 200 إلى 300 متر ليلا .
تظهر نسبة الجنس الإجمالي إختلافات على مستوى الأحجام لصالح الإناث .
معلومات النمو لكل من الجنسين، التي تم الحصول عليها عن طريق تحليل بنية حجم هي: بالنسبة للإناث:
 $L_{\infty} = 61.24$ ملم، $K = 0.52$ سنة⁻¹ و $T_0 = -0.25$ سنة، وبالنسبة للذكور: $L_{\infty} = 32.31$ ملم و $K = 0.79$ سنة⁻¹ و $t_0 = -0.19$ سنة . معامل ال allometry b من علاقة الوزن بالحجم أقل من 3؛ يعكس قياس التنامي الأدنى لهذا النوع ، ومعامل الوفيات الإجمالي (Z: إناث = 2.06 سنة⁻¹ ؛ ذكور = 2.28 سنة⁻¹)، الوفيات الطبيعية (M: إناث = 0.66 سنة⁻¹ ؛ ذكور = 0.61 سنة⁻¹) ووفيات الصيد (F: أنثى = 1.4 سنة⁻¹ ؛ ذكور = 1.72 سنة⁻¹) والحصول على نسبة الإستغلال للإناث $E = 0.67$ و $E = 0.73$ بالنسبة للذكور. والنماذج التحليلية تظهر حالة مستوى دون معدل الاستغلال لمخزون الجمبري *Aristeus antennatus* في منطقة الجزائر الوسطى .

الكلمات الرئيسية :

Aristeus antennatus - المنطقة الوسطى للجزائر - توزيع - تكاثر - نمو - إستغلال .

Liste des Figures

CHAPITRE I : Généralité

Figure1.- Dimorphisme sexuel chez <i>A. antennatus</i>	03
Figure 2.- Morphologie externe d'une crevette (<i>in</i> Quero et Vayne, 2001).....	04
Figure 3.- Rostre du mâle adulte (a)et Carapace de la femelle (ou du jeune mâle(b).....	04
Figure 4.- Carte de la distribution théorique d' <i>A. antennatus</i> dans la Méditerranée, les Océans Atlantique et Indien (<i>in</i> Garcia-Rodríguez, 2003).....	05
Figure 5.- Evolution des captures de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie.....	07

Chapitre II.- Matériels et méthodes

Figure 6.- Délimitation de la zone d'étude et localisation des ports de pêche de la région centre d'Algérie	10
Figure 8.- Petesma chez le mâle d' <i>A. antennatus</i> (RISSO, 1816).....	11
Figure 9.- Thélycum m chez la femelle d' <i>A. antennatus</i> (RISSO, 1816).	11
Figure 9.- Paramètres mesurés par un pied à coulisse numérique.....	12
Figure 10.- Mensurations effectuées sur <i>A. antennatus</i>	12

Chapitre III.- Résultats et discussions

Figure 11.- Distribution de fréquence de taille des femelles et des mâles d' <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816) dans la région centre d'Algérie.....	29
Figure 12.- Pourcentage des femelles en fonction de la taille avec une précision au risque de 5%.....	30
Figure13.- Distribution des pourcentages des deux sexes en fonction des mois.....	31
Figure 14.- Fréquence de taille chez les mâles d <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	32
Figure 15.- Fréquence de taille chez les femelles d' <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	33
Figure 16 – Détermination de L_{∞} et Z/K pour les femelles d' <i>Aristeus antennatus</i> Par la méthode de POWELL et Wetherall.....	35
Figure 17 – Détermination de L_{∞} et Z/K pour les mâles d' <i>Aristeus antennatus</i> Par la méthode de POWELL et Wetherall.....	35
Figure 18.- Courbes de croissances linéaires de von Bertalanffy pour <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816) de la région centre d'Algérie	39

Figure19.- Représentation graphique de la relation poids total-longueur céphalothoracique des femelles d' <i>A. antennatus</i>	40
Figure20.- Représentation graphique de la relation poids total-longueur céphalothoracique des mâles d' <i>A. antennatus</i>	40
Figure 21.- Courbes de croissances pondérales de von Bertalanffy pour <i>A. antennatus</i> dans la région centre d'Algérie.....	41
Figure 22.-a Coefficient de mortalité totale des femelles par la méthode de courbe de capture linéarisée.....	45
Figure 22.-b Coefficient de mortalité totale des mâles par la méthode de courbe de capture linéarisée.....	45
Figure 23 a: Coefficient de mortalité totale des mâles par la méthode de Van Zalingue	46
Figure 23 b: Coefficient de mortalité totale des femelles par la méthode de Van Zalingue.....	46
Figure 24.- Détermination des probabilités de captures d' <i>A. antennatus</i> femelles (FISAT II, 2004).....	49
Figure 25.- Détermination des probabilités de captures d' <i>A. antennatus</i> mâles (FISAT II, 2004).....	49
Figure 26.- Captures en poids en fonction de la taille de <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie	53
Figure 27.- Captures en poids en fonction de la taille d' <i>A. antennatus</i> dans la région centre d'Algérie	53
Figure28.- Variation du poids moyen virtuel en fonction de la taille de la population d' <i>A. antennatus</i> dans la région centre d'Algérie.....	56
Figure 29.- Mortalité par pêche (F) virtuelle par classes de taille chez <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie obtenue par analyse virtuelle de la population (VPA).....	58
Figure30.- Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée d <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie.....	60
Figure 31.- Rendement par recrue, biomasse par recrue en fonction du facteur effort pour <i>A. antennatus</i> femelles (VIT4WIN).....	63
Figure 32.- Rendement par recrue, biomasse par recrue en fonction du facteur effort pour <i>A. antennatus</i> mâles(VIT4WIN).....	63

Liste des tableaux

CHAPITRE I : Généralité	
Tableau 1.- Evolution annuelle du nombre des chalutiers dans la région centre d'Algérie.....	07
Chapitre II.- Matériels et méthodes	
Tableau 2.- Equations utilisées par le programme VIT pour la VPA (Lleonart et Salat, 2000).....	23
Chapitre III.- Résultats et discussions	
Tableau 3.- Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et des femelles d' <i>A. antennatus</i>	26
Tableau 4.- : Pourcentage des deux sexes de la crevette <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	27
Tableau 5.- Pourcentages des femelles et des mâles chez <i>A. antennatus</i> (RISSE, 1816) des différentes régions méditerranéennes.....	27
Tableau 6.- Répartition par classe de taille d' <i>Aristeus antennatus</i> des femelles et des mâles en effectifs et en pourcentage.....	29
Tableau 7.- Répartition mensuelle des femelles et des mâles d' <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816) en effectif et en pourcentage.....	31
Tableau 8.- Distribution des fréquences de taille chez les mâles d' <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	31
Tableau 9.- Distribution des fréquences de taille chez les femelles d' <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	32
Tableau 10.- Paramètres de L_{∞} et Z/K déterminés par la méthode de Powell-Wetherall pour <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816).....	36
Tableau 11.- Tailles asymptotiques estimées pour <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816).....	36
Tableau 12 : Paramètres de croissance (L_{∞} et K) obtenus par différents auteurs en méditerranée.....	37
Tableau 13.- Paramètres de croissances obtenues par analyse des structures de taille.....	38
Tableau 14.- croissances linéaires de Von Bertalanffy pour <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie.....	38
Tableau 15.- Relations biométriques d' <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816).....	40

Tableau 16.- Récapitulative les différents résultats concernant la croissance relative chez <i>A. antannatus</i> (Risso, 1816).	41
Tableau 17.- Relation Poids Total (WT) – Longueur Céphalothoracique (LC) obtenue sur <i>A. antennatus</i> (Risso, 1816) par différents auteurs.....	42
Tableau 18.- Croissance pondérale de Von Bertalanffy pour <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie.....	43
Tableau 19.- Coefficient de mortalité totale.....	47
Tableau 20.- Coefficient de mortalité naturelle (M) obtenu par différentes méthodes.....	47
Tableau 21.- Les coefficients de mortalité totale, naturelle, par pêche et le taux d'exploitation.....	48
Tableau 22.- Tailles de première capture (Lc) en fonction des sexes.....	48
Tableau 23.- Données nécessaires à l'analyse virtuelle basée sur les longueurs pour les femelles d' <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie.....	50
Tableau 24.- Données nécessaires à l'analyse virtuelle basée sur les longueurs pour les mâles d' <i>A. antennatus</i> de la région centre d'Algérie.....	51
Tableau 25.- Captures en nombre et en poids pour les femelles et les mâles d' <i>A. antennatus</i>	52
Tableau 26.- Biomasse obtenus par la VPA.....	55
Tableau 27.- Données obtenus par la VPA (VIT).....	56
Tableau 28.- Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenue par la VPA..	57
Tableau 29.- évolution du rendement pondérale par recrue y/r et par biomasses b/y pour différentes valeurs du facteur d'effort de pêche (F').....	62
Tableau 30.- Rendements et biomasses par recrue en fonction de F de <i>A. antennatus</i> dans la région centre d'Algérie.....	64

Table des matières

Introduction	01
---------------------------	-----------

TITRE	PAGE
Chapitre I. Généralités	
I.1.-Présentation de l'espèce étudiée	03
I.2.- Position systématiques de la crevette rouge	05
I.3.-Noms vernaculaires	05
I.4.-Distribution de l'espèce	06
I.4.1.- Distribution géographique	06
I.4.2.-Distribution bathymétrique	06
I.5.- Activité de pêche à la crevette rouge	07
I.5.1.- Evolution annuelle des captures de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie	07
I.5.2.- Evolution annuelle de la production de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie	08
Chapitre II.- Matériels et méthodes	
II.1.- Présentation de la zone d'étude	10
II.2.- Echantillonnage.....	10
II.3.- Travail au laboratoire	11
II.3.1.- Traitement des échantillons	11
II.3.1.1.-Déterminations du sexe	11
II.3.1.2.- Mensurations	11
II.4.- Comparaison des tailles moyennes entre les mâles et les femelles	12
II.5.- Distribution de fréquence de taille	13
II.6.- Sex- ratio	13
II.6.1.- Sex-ratio global	13
II.6.2.- Sex-ratio en fonction de la taille	14
II.6.3.- Sex- ratio en fonction des mois	14

Table des matières

II.7.- Etude de la croissance	14
II.7.1.- Croissance linéaire model de Von Bertalanffy.....	14
II.7.1.1.-Estimation des paramètres de croissance	15
II.7.2.- Croissance relative.....	17
II.7.3.- Croissance pondérale de Von Bertalanffy.....	18
II.8.- Exploitation	18
II.8.1.- Mortalités	18
II.8.1.1.- Estimation de la mortalité totale	18
II.8.1.2.- Estimation de la mortalité naturelle	20
II.8.1.3.- Estimation de la mortalité par pêche	20
II.9.- Estimation du taux d'exploitation	21
II.10.- sélection et recrutement	21
II.10.1.- Probabilité de capture.	21
II.11.- Modèles d'exploitation	22
II.11.1.- Analyse virtuelle de population.....	22
II.11.2.- Modèle de rendement par recrue.....	24
II.11.3.- Modèle de biomasse par recrue.....	24
II.12.- Traitement statistique.....	25
Chapitre III.- Résultats et discussions	
III.1.- Comparaison des tailles moyennes.....	26
III.2.1.- Sex- ratio global	26
III.2.2.- Sex- ratio en fonction de la taille	28
III.2.3.- Sex-ratio en fonction des mois	30
III.2.4.- Distribution de fréquence de taille	31
III.3.- Croissance	34

Table des matières

III.3.1.- Croissance linéaire	34
III.3.1.1.- Estimation des paramètres des croissances.....	34
III.3.2.- Croissance relative	39
III.3.3.- Croissance pondérale	42
III.4.- Exploitation	44
III.4.1.- Coefficient de mortalité totale	44
III.4.2.- Coefficient de mortalité naturelle	47
III.4.3.- Coefficient de mortalité par pêche (F)	47
III.5.- Taux d'exploitation	48
III.6.- Sélection et recrutement	48
III.7.- Analyse virtuelle de la population	49
III.8.- Analyse de la population virtuelle.....	51
III.8.1.- Capture en nombre et en poids.....	51
III.8.2.- Analyse de la Biomasse.....	54
III.8.3.- Analyse des mortalités par pêche.....	57
III.8.4.- Biomasse totale équilibrée(D).....	58
III.8.5.- Rendement et biomasse par recrue	60
Conclusion	66
Références bibliographiques	/



INTRODUCTION

Introduction générale :

L'importance des pêches pour un pays ne peut pas être uniquement jugée par sa contribution à la production interne brute (PIB), mais doit tenir compte du fait que les ressources et les produits de la pêche soient des composants fondamentaux de l'alimentation et de l'emploi. Un autre aspect qui rend les ressources halieutiques si importantes est leur caractère auto-renouvelable. Cela signifie que si celles-ci sont bien gérées, leur durée est quasiment illimitée (FAO, 2003).

La biodiversité marine algérienne se caractérise par un grand nombre de groupes d'animaux marins dont certains présentent un grand intérêt économique et des possibilités réelles d'exploitation. Parmi ces ressources, la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) par sa qualité et son abondance ainsi que sa grande valeur économique se trouve très recherchée et par conséquent plus ciblée par la pêche (Nouar, 2001).

Aristeus antennatus (Risso, 1816) préfère des fonds de vase très peu sableuse à la gorgone *Isidella elongata* (Esper, 1785) aux profondeurs de 400 à 600 mètres (Nouar, 2003). Cette espèce se trouve très exploitée, par les chalutiers, dans tous les secteurs algériens. Pour cette étude nous nous sommes intéressées à la région centre d'Algérie située entre 02° et 04° est de longitude qui correspond aux ports d'Alger, El Djamila, Bouharoune et Cherchell.

La production mondiale en crevettes représente 57% de la production en Crustacés marins et 3 % de la production halieutique totale (F.A.O, 2000).

Durant toute l'année, une centaine de chalutiers de la région d'Alger (soit environ 30% de la flotte chalutière algérienne) pêche exclusivement de nuit cette crevette aux profondeurs allant de 200 à 400 mètres. Actuellement le rendement est de l'ordre de 7 Kg/h alors qu'il était de 20 à 25 kg/h avant 2000 (Kennouche 2009).

L'objectif de ce travail est de situer l'exploitation actuelle d' *Aristeus antennatus* dans la région centre d'Algérie ,

Le présent travail présente trois chapitres :

- Après une introduction d'ordre général, le premier chapitre résumera la présentation d'*Aristeus antennatus* (Risso, 1816) et l'activité de la pêche de cette espèce.
- Le deuxième chapitre, comporte le matériel et les différentes méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.

Introduction générale :

- Le troisième chapitre présentera, les résultats et les discussions de la reproduction (sex ratio), croissance et l'exploitation de cette espèce.
- Enfin, notre travail s'achèvera par une conclusion synthétique.

CHAPITRE I

Généralités

Chapitre I. Généralités

I.1.-Présentation de l'espèce étudiée

Cette étude porte sur un crustacé de la famille des Aristeidae appelé *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), commune en Algérie sous les noms de crevette rouge ou crevette royale.

L'espèce *Aristeus antennatus* ou crevette rouge est une crevette de grande taille, son abdomen est plus long que le céphalothorax et le corps est comprimé latéralement. L'espèce présente un dimorphisme sexuel : par la taille d'une part, où les adultes femelles sont beaucoup plus grandes que les mâles et d'autre part, par un rostre court chez le mâle dépassant les yeux mais pas l'extrémité distale de l'écaille antennaire contrairement au femelles (Zariquiey-Álvarez, 1968). (figure 1)



Figure1.- Dimorphisme sexuel chez *A. antennatus*

La crevette rouge présente un corps constitué d'une tête soudée au thorax (céphalothorax) et d'un abdomen.

La tête comprend les yeux, des antennules, un rostre et des pièces buccales (mandibules, maxilles et maxillipèdes) destinées à broyer la nourriture, le thorax porte cinq paires de péréiopodes qui permettent la reptation et la nutrition (Ragonese et al, 1994).L'abdomen est muni de cinq paires de pléopodes (des appendices servant à la nage) et se termine par un telson ; leur carapace sépare l'abdomen de la tête céphalothoracique qui soutient aussi des antennes très développées(Figure2).

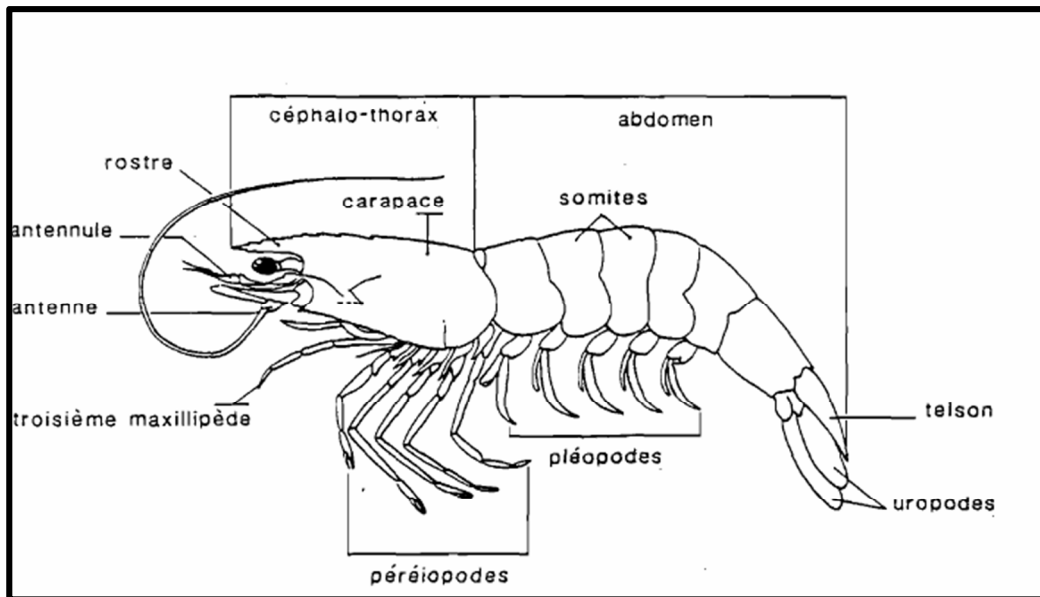


Figure 2.-Morphologie externe d'une crevette (*in* Quero et Vayne, 2001).

Chez les femelles et les mâles jeunes (immatures), le rostre est très allongé, dépassant l'écaille antennaire, incurvé vers le haut et se termine par une pointe effilée, (Figures 3 .a, b). Pour les deux sexes le rostre est armé de 3 dents sur le bord dorsal, par contre le bord ventral est sans dents.

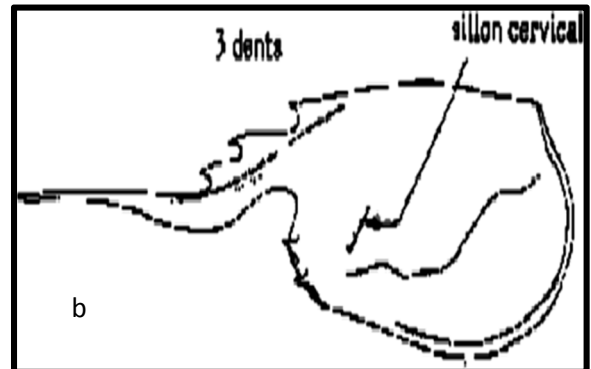
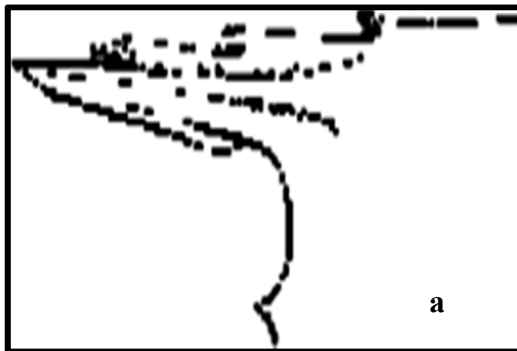


Figure 3.-Rostre du mâle adulte (a) et carapace de la femelle (ou jeune mâle) (b)

I.2.- Position systématiques de la crevette rouge

La taxonomie de l'espèce étudiée est :

- Embranchement : Arthropodes
- Sous Embranchement: Antennates
- Classe : Crustacés
- Sous Classe :Malacostracés
- Super Ordre : Eucaridés
- Ordre : Décapodes (LATREILLE, 1802)
- Sous Ordre: Natantia (BURKENROAD, 1963)
- InfraOrdre : Penaeidea (RAFINESQUE, 1815)
- Super Famille : Penaeoidea (RAFINESQUE, 1815)
- Famille : Aristoeidaes (WOOD-MASON, 1891)
- Genre: *Aristeus* (DUVERNOY, 1841)
- Espèce : *antennatus* (RISSO, 1816)

I.3.-Noms vernaculaires

Cette espèce est connue sous des noms vernaculaires qui diffèrent d'une région à une autre :

- Grand Bretagne: bleue and Red shrimp
- France : Crevette rouge
- En Algérie : Hamera, Camroun (قمرون) par rapport à sa forme lunaire, et Gamba dans l'extrême ouest algérien et crevette rouge

I.4.-Distribution de l'espèce

La distribution de *A. antennatus* obéit à des facteurs locaux tels que les caractéristiques sédimentaires du fond, la disponibilité de la matière organique, la relation prédateurs-proie et la compétition interspécifique (Fontaine, 1979 ; Fanelli et *al.*,2007).

I.4.1.- Distribution géographique

Selon Holtuis (1987), *Aristeus antennatus* est présente dans toute la Méditerranée et également en Atlantique Est, des îles du Cap Vert au Portugal, entre 40° de latitude nord et sud correspondant à des eaux chaudes tropicales et subtropicales. Elle est très abondante en Méditerranée de l'ouest entre l'Espagne et l'Afrique du Nord (**Figure 4**).



Figure 4.-Carte de la distribution théorique d'*A. antennatus* dans la Méditerranée, les Océans Atlantique et Indien (in Garcia-Rodríguez, 2003).

I.4.2.-Distribution bathymétrique

Démerssable au-dessus des fonds vaseux (vase profonde à *Isidella elongata* (Heldt, 1954)), selon Sardà et al, (2004), *Aristeus antennatus* fait partie de la mégafaune des zones profondes, elle se trouve généralement entre 400 et 800 mètres de profondeur, dépassant même les 3300 mètres en Méditerranée. Elle effectue d'importants déplacements passant de 150 mètre la nuit même à 80 m (Nouar, 2001) à plus de 800 mètre le jour (Holthuis, 1987).

Cartes et Demestre (2003), classent la crevette rouge parmi les espèces les plus dominantes en mer profonde dans le bassin catalano-balearique où la bathymétrie dépasse 2261 mètre. Ces auteurs précisent que *A. antennatus* peut atteindre 1714 mètres dans la partie centrale du bassin algérien.

Aristeus antennatus est une espèce démersale qui vit sur des fonds de vase très peu sableuse à la gorgone *Isidella elongata* et au plume de mer cnidaire) *Funiculina quadrangularis*. En Algérie, *A. antennatus* évolue au niveau du bord supérieur du plateau continental et du talus à partir de 100 mètres de profondeur. Elle est fréquente et abondante entre 400 et 600 mètres de jour et 200 à 300 mètres de nuit (in Grimes et al, 2004).

I.5.-Activité de pêche à la crevette rouge

Les chalutiers de la région centre d'Algérie exploitent toute l'année la crevette rouge. Cependant, la réglementation en vigueur interdit l'emploi des arts traînants (chaluts) à l'intérieur des 3 milles marins dans la période allant du 1^{er} mai au 31 août de chaque année au niveau du plateau et du talus continentale. Par conséquent, certains chalutiers se déplacent

dans les zones au delà de 03 milles et cible la crevette rouge. La réglementation de la pêche chalutière interdit, également, les chaluts de fond, dont la petite maille étirée est inférieure à 40 mm et les chaluts crevettiers (Décret Arrêté du 4 Rabie El Aouel 1425 correspondant au 24 avril 2004). Il est à signaler que la taille minimale marchande d'*Aristeus antennatus* est de 4 cm, selon le Décret exécutif n° 04-188 du 19 Joumada El Oula 1425 correspondant au 7 juillet 2004.

I.5.1.- Evolution annuelle des captures de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie

L'observation de l'évolution des chalutiers dans la région centre d'Algérie durant la période de 2007 à 2016 montre que le nombre des chalutiers a augmenté de 476 à 552 avec une injection de 76 nouvelles unités (tableau 1).

Tableau 1.-Evolution annuelle du nombre des chalutiers dans la région centre d'Algérie.

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Nombre de chalutiers	476	487	494	502	512	521	526	542	552	552

Source DGPA (2018)

I.5.2.- Evolution annuelle de la production de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie

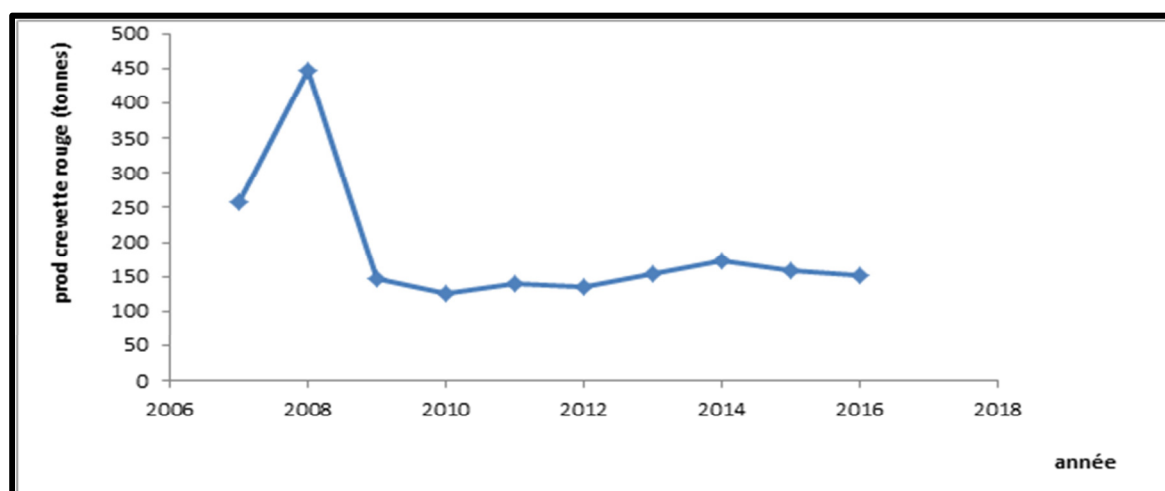


Figure 5.-Evolution des captures de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie.

Sur une décennie (2007-2016) les chiffres affichés sur le tableau 2 indiqueraient une régression de la production de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie. L'analyse de la production montre que l'année 2010 marquait la production la plus faible sur toute la décennie. Le tonnage le plus important a été enregistré pour l'année 2008 avec une quantité débarquée de 446,14 tonnes. L'année après est marquée par un accroissement progressif, suivi d'un état stationnaire et continu (figure 5).

CHAPITRE II

Matériels et méthodes

Chapitre II.- Matériels et méthodes

II.1.- Présentation de la zone d'étude

La présente étude s'est basée sur un échantillon provenant des apports des navires de la région centre d'Algérie qui correspond aux ports d'Alger, El Djamila, Bouharoune et Cherchell. Ces navires exploitent les zones de pêche connues pour leur bon rendement en crevettes (Nouar, 2001). La zone d'étude s'étale de l'Ouest de la ville de Zemmouri à l'Est d'Alger jusqu'à l'Ouest de la ville de Cherchell à l'Ouest d'Alger (**figure 6**).

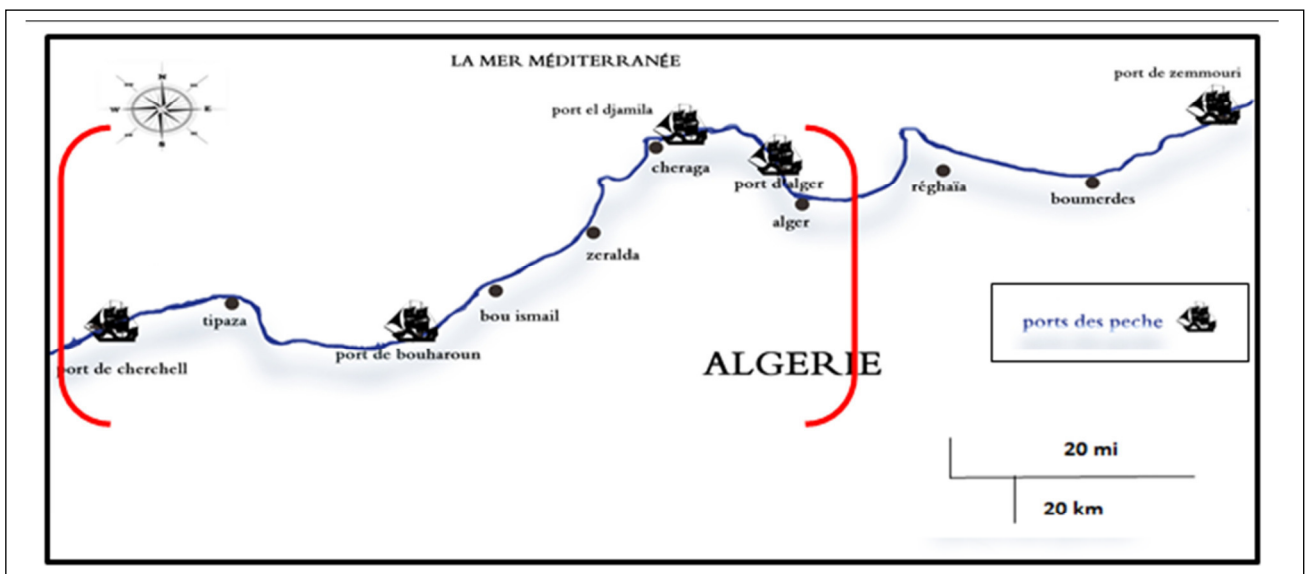


Figure 6.- Délimitation de la zone d'étude et localisation des ports de pêche de la région centre d'Algérie

II.2.- Echantillonnage

Dans le but de la réalisation de ce projet de fin d'étude, un échantillonnage aléatoire mensuel a été effectué durant une période s'étalant du mois de février 2018 jusqu'au mois d'avril 2018, Au total, 225 individus de *Aristeus antennatus* ont été récoltés au moment de la vente des captures.

Les individus de *Aristeus antennatus* récoltés sont immédiatement conservés à basse température pour être traité ultérieurement. Une fois arrivées au laboratoire, les crevettes sont mesurées et pesées.

II.3.- Travail au laboratoire

II.3.1.- Traitement des échantillons

II.3.1.1.-Déterminations du sexe

La détermination du sexe s'effectue par l'observation directe des individus mesurés grâce à leur dimorphisme sexuel ; le mâle présente le « petasma » ou « andricum » sur la première paire de pléopodes .Cet appareil copulateur est constitué par les endopodites modifiées qui se raccordent entre eux par leur bord médian (figure 7). La femelle a les mêmes endopodites rudimentaires mais dans la portion postérieure du sternum céphalothoracique, elle porte des saillies sexuelles dont l'ensemble forme le thélycum (figure 8).

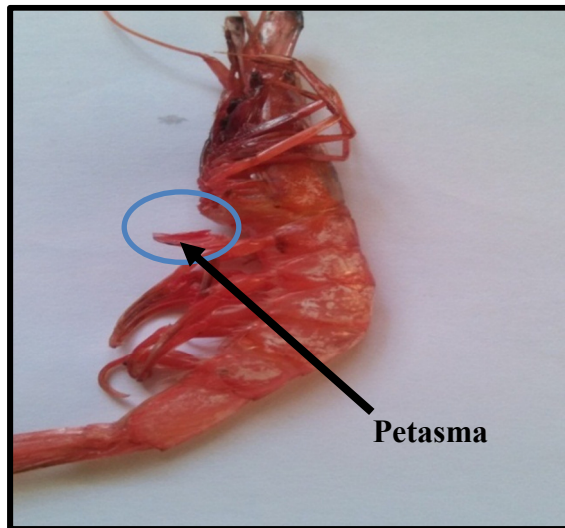


Figure 7.- Petasma chez le mâle d'*A. antennatus* (RISSO, 1816).

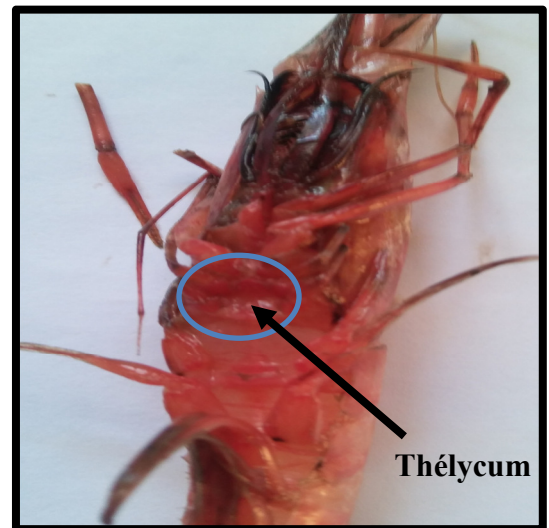


Figure 8.- Thélycum m chez la femelle d'*A. antennatus* (RISSO, 1816).

II.3.1.2.- Mensurations

Dans le but d'étudier la croissance et de déterminer les différents paramètres biologiques de la crevette rouge dans la région centre d'Algérie, diverses mensurations sont effectuées sur chaque individu d'*Aristeus antennatus*, elles concernent :

- Les mesures linéaires ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse au 1/10 de millimètres de près.

-Longueur céphalothoracique (L_c) : elle est mesurée de l'échancrure supra orbitaire au bord postérieur dorsal du céphalothorax. Cette mesure a été prise comme mesure de base car elle est une mesure plus aisée et plus précise que la longueur totale (figure 9.-)



Figure 9.- paramètres mesurés par un pied à coulisse numérique

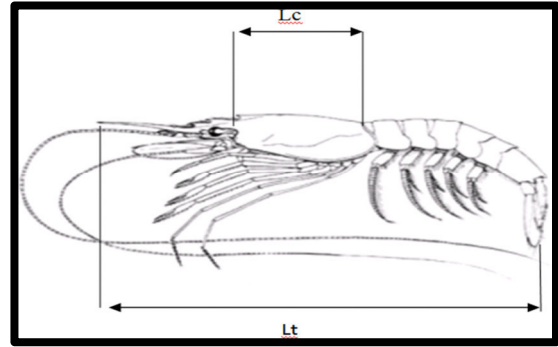


Figure 10.- mensurations effectuées Sur *A. antennatus*

Les mesures de poids sont effectuées à l'aide d'une balance Scoot Pro de précision 0.01 au centième de grammes de près.

- Poids total (W_t) : représente le poids de la crevette.

II.4.- Comparaison des tailles moyennes entre les mâles et les femelles

La valeur de l'écart réduit ε (Schwarz, 1983) est un test d'homogénéité qui permet de comparer les tailles moyennes des mâles et des femelles, dans le cas des grands échantillons

$$\varepsilon = (m_1 - m_2) / (\sqrt{(S^2_1/n_1) + (S^2_2/n_2)})$$

Cas des grands échantillons

Avec m_1 : taille moyenne des femelles, m_2 : taille moyenne des mâles,
 S^2_1 : variance des femelles, S^2_2 : variance des mâles,
 n_1 : effectif des femelles et n_2 : effectif des mâles.

II.5.- Distribution de fréquence de taille

Après avoir testé plusieurs intervalles de classe, nous avons opté pour un intervalle de 2mm pour les deux sexes. Cet intervalle est en adéquation avec le taux de croissance de notre espèce. Certains auteurs ont utilisé dans leurs travaux un intervalle de classe de 2 mm (Garcia et Rodriguez (1999); Papaconstantinou et Kapiris (2001); Zerdani (1993); Soualili, (1997); Khérraz, (2006) et Kennouche (2009).

II.6.- Sex- ratio

II.6.1.- Sex-ratio global

La sex-ratio ou proportion des sexes se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes dans une population d'une espèce donnée. La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. La connaissance de ce paramètre permet l'évaluation de la fécondité potentielle d'un stock (Quinard et Kartas, 1984).

Cet indice s'exprime sous différentes formes :

- Pourcentage de femelle ou taux de féminité.
- Pourcentage de mâle ou taux de masculinité.
- Rapport du nombre de mâle au nombre de femelle.
- Nombre de mâle pour 100 femelles.

Dans notre étude nous avons choisi le taux de féminité et le taux de masculinité.

La sex-ratio se calcule à partir de la formule suivante

- Taux de féminité= $F / (F+M) \times 100$
- Taux de masculinité = $M / (M+F) \times 100$

F : nombre de femelle

M : nombre de mâle

L'intervalle de confiance au risque de 5 % est calculé à partir de la formule suivante (SCHWARTZ ,1983).

$$Ic = \pm 1.96 \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

p : pourcentage des femelles dans la population étudiée.

q : pourcentage des mâles dans la population étudiée.

n : nombre des mâles et des femelles

L'étude concerne l'analyse du sexe ratio en fonction de la taille ainsi que son évolution mensuelle.

II.6.2.- Sex-ratio en fonction de la taille

Cette étude nous permet d'étudier les répartitions des mâles et des femelles en effectif et en pourcentage par rapport à un pas de 2mm de longueur céphalothoracique.

II.6.3.- Sex- ratio en fonction des mois

La détermination de la sex-ratio en fonction des mois permet de suivre la dynamique de la proportion des deux sexes durant les trois mois de prélèvements.

II.7.- Etude de la croissance

La croissance consiste à établir une relation entre une variable mesurable (taille, poids) caractérisant un individu et l'âge de cet individu. Cette relation s'obtient par un modèle mathématique dont les paramètres, nécessaires en dynamique des populations, sont déterminés par analyses de structures d'âge ou de taille.

L'analyse des structures d'âge tient compte d'une clé âge-longueur déterminée par méthodes directe ou indirecte. La méthode directe se basant sur l'étude des pièces dures ne peut pas s'appliquer à notre espèce dépourvue de ces dernières ; seule la méthode indirecte faisant appel à une estimation statistique de l'âge est utilisée. De plus, l'utilisation de l'analyse des structures de taille a permis d'affiner les paramètres de croissance déterminés, sans la connaissance de l'âge.

II.7.1.- Croissance linéaire model de von Bertalanffy

Parmi les modèles qui décrivent la croissance des populations, le modèle de Von Bertalanffy (1934 et 1938), simple et ne comportant que trois paramètres à déterminer, est le plus utilisé en biologie des pêches. Ce modèle est basé sur une hypothèse selon laquelle la vitesse instantanée de croissance pondérale est le résultat de deux processus physiologiques opposés : l'anabolisme proportionnel à la surface des organismes et le catabolisme proportionnel à leur poids. L'expression résultante de la croissance linéaire de cette loi est de la forme :

Avec

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

- L_t = longueur au temps « t »
- L_{∞} = longueur asymptotique quand t tend vers l'infini ou c'est la valeur de L qui correspond à un taux d'accroissement égale à zéro « 0 »

K = coefficient de croissance, il présente la façon dont la vitesse de croissance diminue quand la taille augmentent (Sparre et Venema, 1996).

- t = temps

- t_0 = temps ou la longueur est supposée nulle (pas de signification biologique). C'est l'âge théorique ou la taille égale à zéro.

Bien que la physiologie des crustacés soit très différente de celle des poissons, leur croissance corporelle moyenne semble également se conformer au modèle de Von Bertalanffy (Sparre et Venema, 1996).

Les paramètres L_∞ , K et t_0 de l'équation de croissances de Von Bertalanffy peuvent être déterminé par analyse des structures d'âge ou par analyse des structures des tailles .selon Gulland (1969), le model de Von Bertalanffy s'adapte à la plus part des données de croissance et peut être facilement incorporé dans des modèles d'évaluations des stocks.

II.7.1.1.-Estimation des paramètres de croissance

Différentes méthodes sont utilisées pour la détermination des paramètres de croissance à partir des structures de taille. En ce qui nous concerne, nous avons utilisé:

- la méthode de Powell -Wetherall pour la détermination de L_∞ et Z/K ,
- la méthode de Pauly et Munro pour estimer K ,
- l'équation de Pauly pour l'estimation de t_0 .

- Estimation de L_∞ et Z/K par la méthode de Powell(1979)-Wetherall (1987)

La méthode de Powell (1979), dont les travaux ont été réalisés par Wetherall et *al.* (1986) qui ont développé une démarche mathématique rigoureuse pour l'estimation de L_∞ et de Z/K à partir des fréquences de longueur représentatives d'une population en équilibre. Cette technique analyse donc les structures de taille, c'est-à-dire qu'elle ne nécessite pas d'informations sur l'âge (Sparre et Venema, 1996).

Cette méthode propose une application de l'équation de Beverton et Holt (1956) :

$$Z = K ((L_\infty - L_m) / (L_m - L'))(1)$$

- L_m représente la longueur moyenne des poissons de longueur L' et plus

- L' correspond à la longueur au-delà de laquelle tous les poissons sont pleinement exploités

Cette équation (1) devient alors équivalente à l'équation (2) qui permet d'estimer L_∞ et Z/K .

$$L_m - L' = a + b L' (2) \text{ où } Z/K = - (1 + b) / b \text{ et } L_\infty = - a / b$$

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

Les calculs sont effectués par le logiciel FISAT II, version 1.2.0 (Gayanilo *et al.*, 2003).

- **Estimation de L_∞ par la méthode de Pauly (1985)**

Pauly (1985) se basant sur la longueur maximale observée chez une espèce (L_{max}) donne une formule permettant une estimation rapprochée de L_∞ :

$$L_\infty = L_{max} / 0,95.$$

L_{max} est la longueur du plus grand individu mesuré dans un stock bien échantillonné.

- **Estimation de K par la méthode de Pauly et Munro (1984)**

Pauly et Munro (1984) présentent une méthode basée sur la valeur de vitesse de croissance Φ' calculée à partir des valeurs de L_∞ et K selon la relation

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

Φ' : exprime la vitesse de croissance.

Ainsi pour chaque couple de valeurs L_∞ et K connues (obtenues par d'autres méthodes ou d'autres travaux de la région étudiée) on calcule Φ' à partir de la relation précédente. Dans le cas où l'on dispose de plusieurs couples (L_∞ , K), la valeur moyenne Φ'_m permet d'estimer K , par l'équation :

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

Φ'_{moy} : valeur moyenne des Φ' obtenus pour une même espèce.

- **Estimation de T_0 par la méthode de Pauly**

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

$$\text{Log}_{10} (-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{Log}_{10} L_\infty - 1,038 \text{Log}_{10} K$$

II.7.2.- Croissance relative

Le but de cette étude est de disposer de relations, formalisées en équations, qui permettent de passer d'une dimension à une autre. Parmi ces relations, nous avons retenu celle qui relie la longueur céphalothoracique (LC) au poids total (WT).

La relation qui lie le poids d'un crustacé à la longueur est décrite par la formule :

$$Wt = a Lc^b$$

WT : poids total en gramme.

Lc : longueur céphalothoracique en millimètre.

a : ordonnée à l'origine.

b : coefficient d'allométrie (pente).

Avec cette équation, il nous est possible maintenant d'estimer a et b par régression linéaire.

b < 3 : l'allométrie est minorante.

b = 3 : isométrie.

b > 3 : l'allométrie est majorante.

Le type d'allométrie est confirmé ou infirmé par le test de t, basé sur la comparaison entre une pente calculée (P = b) et une pente théorique (P = 3) (In Schwartz, 1992).

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

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

P0 = b = pente calculée par la méthode des moindres carrés ;

Spo = écart-type de la pente calculée ;

n = nombre de couples de valeurs ;

Sx = écart-type de Lt ;

Sy = écart-type de wt (avec d.d.l. = n - 2 et α = 5 %).

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

II.7.3.- Croissance pondérale de Von Bertalanffy

L'équation de croissance linéaire (1) et la relation taille-poids (2) permettent d'établir l'équation de croissance en poids (3) de Von Bertalanffy ou croissance pondérale.

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

$$W_{\infty} = a L_{\infty}^b \quad (2)$$

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b \quad (3)$$

Avec

W_{∞} : poids asymptotique engramme.

L_{∞} : longueur asymptotique en millimètre.

b : coefficient de la croissance relative entre le poids et la longueur.

II.8.- Exploitation

Dans cette partie certains paramètres d'exploitation tels que les coefficients de mortalité seront estimés.

II.8.1.- Mortalités

Un stock d'une espèce donnée est dynamique dont les gains (entrées) sont représentés par le recrutement annuel et la croissance alors que les pertes (sorties) sont dues à la mortalité totale (**Z**). Cette dernière offre à décrire une mortalité par pêche (**F**) engendrée par les différentes opérations de pêche et la mortalité naturelle (**M**) qui exprime la mortalité due à toute cause autre que la pêche (Bouaziz, 2007).

II.8.1.1.- Estimation de la mortalité totale

Dans le présent travail nous avons utilisé quatre méthodes pour la détermination du coefficient instantané de la mortalité totale Z :

- Courbe de capture linéarisée

Cette courbe utilise les données en longueur converties en âge à partir de l'équation

de Von Bertalanffy. La courbe de capture ($\ln(N/\Delta t)$) en fonction de l'âge (t) présente une partie ascendante qui correspond aux individus pas pleinement recrutés. L'autre partie (descendante) permet l'estimation de Z à partir de la pente de la droite qui relie les différents points à l'exception de ceux faiblement représentés en effectifs et proches de la longueur asymptotique L_∞ (Sparre et al. 1989).

- Méthode de Power-Wetherall

Cette méthode permet l'estimation de Z/K ; à partir du K retenu dans l'étude de la croissance, le coefficient instantané de mortalité totale Z est alors déterminé.

- Méthode de Jones et Van Zalinge (1981, in Sparre et venema, 1996)

Cette méthode utilise le logarithme népérien de la prise cumulée par la base de la distribution reporté en fonction de logarithme de la différence ($L_\infty - L_i$). La pente de la droite présentant le meilleur coefficient de corrélation est égal à Z/K , connaissant K , le coefficient de mortalité totale instantané est alors déterminé. L'équation est la suivante :

$$\ln(C(L_i, L_\infty)) = a + Z/K \ln(L_\infty - L_i)$$

- $C(L_i, L_\infty)$: captures cumulatives dont la taille est comprise entre une longueur donnée
- (L_i) et la longueur asymptotique, L_i : Limite inférieure de la classe de taille (i)
- Z : Coefficient de mortalité totale

- Méthode de Beverton et Holt (1956)

Le coefficient de mortalité Z peut être estimé à partir de l'équation fondée sur les données de longueur

$$Z = K ((L_\infty - L_m) / (L_m - L_c))$$

- L_∞ et K sont les paramètres de croissance de Von Bertalanffy,
- L_m : la taille moyenne des captures à partir de L_c et plus,
- L_c : la taille à partir de laquelle tous les individus sont pleinement capturés, ou taille de capture.
- l'équation fondée sur les données d'âge.

$$Z = 1 / t_m - t_c$$

- **tm** est l'âge moyen des captures à partir de l'âge t_c et plus.
- **tc** est l'âge à partir duquel tous les individus sont pleinement capturés, ou âge de capture.

II.8.1.2.- Estimation de la mortalité naturelle

Trois méthodes sont utilisées pour le calcul de la mortalité naturelle :

- Méthode de Taylor

En partant des paramètres de croissance de Von Bertalanffy K et t_0 cette méthode peut donner une estimation du coefficient de mortalité naturelle (M) selon la formule suivante :

$$M = 2.996 * K / (2.996 + K t_0)$$

- Méthode de Pauly (1980)

L'équation empirique de **Pauly (1980)** est donnée par la formule suivante

$$\text{Log}_{10} M = -0,006 - 0,279 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0,6543 \text{Log}_{10} K + 0,4634 \text{Log}_{10} T^{\circ}$$

L_{∞} : Longueur totale asymptotique (en mm) de l'équation de Von Bertalanffy ;

K : Paramètre de l'équation de Von Bertalanffy;

T° : Température moyenne annuelle de l'eau où vit le poisson en C° .

- Méthode de Djabali et al. (1993)

La mortalité naturelle est calculée selon l'équation suivante :

$$\text{Log}_{10} M = -0.0278 - 0.1172 \text{Log}_{10} L_{\infty} + 0.5092 \text{Log}_{10} K$$

- L_{∞} : représente la longueur totale asymptotique exprimée en millimètres,
- K : paramètres de croissance (par an),
- T° : température moyenne en degrés Celsius.

II.8.1.3.- Estimation de la mortalité par pêche :

Après avoir calculé les coefficients de mortalité totale Z et de mortalité naturelle M , la détermination de la mortalité par pêche F se fait à partir de la relation suivante:

$$\mathbf{F} = \mathbf{Z} - \mathbf{M}$$

II.9.- Estimation du taux d'exploitation

Le taux d'exploitation (\mathbf{E}) est défini par **Pauly (1985)**:

$$\mathbf{E} = \mathbf{F}/\mathbf{Z}$$

Ce taux permet à lui seul d'estimer (grossièrement) si un stock est surexploité ou non, à partir de l'hypothèse que la valeur optimale de \mathbf{E} (\mathbf{E}_{opt}) est voisine de **0,5**. Cette hypothèse, \mathbf{E} **0,5** = taux d'exploitation optimal, repose elle-même sur une autre hypothèse, à savoir que la prise équilibrée potentielle est optimisée quand $\mathbf{F} = \mathbf{M}$ (Gulland 1971, *In* Pauly, 1985).

II.10.- Sélection et recrutement

On appelle recrutement le processus par lequel un groupe d'âge s'intègre pour la première fois dans le stock exploitable. On définit ainsi un âge de recrutement, auquel on associe une taille moyenne de recrutement. Par ailleurs, la présence d'un groupe d'âge dans une zone de pêche n'implique pas qu'il soit immédiatement capturable par les moyens d'exploitation mis en œuvre et on appelle sélection le processus par lequel les individus recrutés entrent progressivement dans la phase exploitée. La sélection ou taux de rétention d'un individu de taille donné est la probabilité qu'il soit retenu par l'engin de pêche (Garcia et Le Reste, 1981).

II.10.1.- Probabilité de capture

Dans cette présente étude, il est impossible de déterminer la taille de recrutement. Quant à l'étude de la sélectivité de l'engin de pêche, chalut dans notre cas, généralement deux méthodes sont utilisées, il s'agit de la double poche et des traits alternés. En absence de la pratique de ces deux méthodes, l'étude peut s'effectuer par des méthodes approchées notamment celle de Pauly (1984 a et b) qui donne une estimation de la taille de première capture L_c . D'après Sparre et Venema (1996), cette taille de première capture L_c est généralement supérieure ou égale à la taille de sélection.

La méthode de Pauly (1984 a et b) considère la partie gauche de la courbe de capture linéarisée. Cette partie, ascendante, représente les individus partiellement capturés par l'engin de pêche. Une façon simple d'estimer combien d'individus manquent à chaque

âge consiste à extrapoler la droite à partir de laquelle le coefficient de mortalité totale Z est estimé .L'effectif réel du stock CT est proportionnel au nombre de poissons capturés C et la probabilité P pour qu'un poisson d'âge t soit présent sur les lieux de pêche s'estime à partir de :

$$P = C_t / CT_t$$

C_t représente l'effectif observé par classe de taille ;

CT_t l'effectif théorique calculé à partir de la relation :

$$CT_t = dt \cdot e^{(b - Zt)}$$

- C_t représente l'effectif observé par classe de taille

- CT_t l'effectif théorique calculé à partir de la relation :

- Z représente le coefficient de mortalité totale et b l'ordonnée à l'origine obtenue après extrapolation.

Cette probabilité de capture P représentée en fonction de la taille, permet d'estimer la taille de première capture correspond à la probabilité $P = 0,5$. Le calcul des tailles de capture est réalisé par le logiciel FISAT (Gayanilo et *al.*, 1995). Une fois la taille de première capture (L_c) déterminée, l'âge de première capture (t_c) est calculé à partir de l'équation de Von Bertalanfy.

Par ailleurs, Gulland (1969) précise que la pente de la courbe de capture indique si la sélection s'exerce sur une gamme de taille étroite ou étendue. Cette gamme est mesurée par l'éventail de sélection qui est représenté par la différence entre les longueurs auxquelles 25 % et 75 % des individus sont retenus.

Selon Sparre et Venema (1996), la probabilité qu'un poisson soit retenu par l'engin de pêche est due :

- à la probabilité que le poisson soit sur le lieu de pêche ; et
- à la probabilité que le poisson soit retenu par les mailles une fois qu'il a pénétré dans l'engin de pêche.

II.11.- Modèles d'exploitation

II.11.1.- Analyse virtuelle de population

L'analyse des populations virtuelles (VPA), est une méthode analytique qui consiste à analyser à partir de ce que l'on peut observer, les captures, de manière à estimer la

population qui devrait se trouver en mer pour produire cette capture (Sparre et Venema, 1996).

Cette méthode requiert un ensemble de paramètres L_{∞} , K , t_0 , M , les paramètres "a" et "b" de la relation taille- poids, une série historique sur la composition en taille et/ou en âge (Farrugio et al., 1994) ainsi que le pourcentage d'individus matures par classe de taille. L'ensemble de ces données et paramètres sont introduits dans le logiciel VIT win4 (Lleonart et Salat, 1997), programmé par Maynou (1999- 2000).

Ce programme a été spécialement conçu pour l'analyse des populations virtuelles méditerranéennes à partir de pseudo-cohortes en âge ou en taille. Les algorithmes de bases sont tirés de Beverton et Holt (1957), Gulland (1965) et Pope (1972).

L'application du programme VIT sur un stock d'une espèce donnée nécessite la connaissance des paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0), les constante a et b de la relation puissance taille-poids, la proportion des matures pour chaque classe de taille, ainsi que les coefficients de mortalité naturelle M et par pêche F .

Les résultats des calculs permettent de disposer d'un stock de référence caractérisé essentiellement par un effectif (nombre d'individus par classe d'âge ou de taille), une biomasse et un diagramme d'exploitation (valeurs de mortalité par pêche F par classe) . De plus, le rendement par recrue est obtenu en divisant la capture totale par le nombre de recrues calculées par la VPA.

Dans notre étude, l'analyse des populations virtuelles est basée sur la production d'*Aristeus antennatus* enregistrés pour l'année 2016. Comme il existe des différences significatives de croissance entre les mâles et les femelles, les estimations vont être réalisées à sexe séparé.

Tableau 2.- Equations utilisées par le programme VIT pour la VPA (Lleonart et Salat, 2000).

Paramètres	Equations
Evolution de l'effectif (N_t)	$N_t = N_{(i+1)} = N_i e^{-Zt}$
Capture en nombre (C_i) par classe de taille (i)	$C_i = N_i (F_i/Z_i) (L_i - e^{-Z_i})$
Poids moyen (W_i) des individus par classe (i)	$B_i = \sum B_{i,i+1} = \sum (N_{i,i+1} * W_{i,i+1})$
Age critique (t_c)	$t_c = t_0 + (1/K) \ln [3(K/M) + 1]$
Mortalité par pêche (F) par classe de taille (i)	$\sum_{i=1}^n C_i = \sum_{i=1}^n \frac{F_i N_i}{M}$

N_i : Nombre d'individus de la classe (i), B_i : Biomasse d la classe i, W_i : Poids en gramme de la classe (i),

Z : Coefficient instantané de mortalité totale, F : Coefficient instantané de mortalité par pêche,

M : Coefficient instantané de mortalité naturelle, K, t_0 : Paramètres de croissance, L_i : classe De taille.

II.11.2.- Modèle de rendement par recrue

Une raison majeure qui a poussé les halieutes à étudier la croissance des poissons, et à la décrire par la courbe de Von Bertalanffy, est l'utilisation du modèle de rendement par recrue, Y/R , de Beverton et Holt (1957) pour l'évaluation des stocks (Cadima, 2002).

Selon Lleonart et Salat (1997), l'analyse de rendement par recrue, Y/R , permet une vision plus globale de la population étudiée. Le recrutement et le rendement correspondent respectivement au nombre initial d'individus de la première classe, et le poids total de la capture. Ainsi, le rendement par recrue peut être obtenu en divisant la capture totale par le nombre de recrues calculées par la VPA.

Le programme VIT (Lleonart et Salat, 2000) emploie l'équation ci-dessous qui dérive de l'équation de capture par classe, exprimée en fonction du nombre moyen annuel des individus par classe.

$$\frac{Y}{R} = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n \bar{C}_i \bar{W}_i = \frac{1}{N_i} \sum_{i=1}^n \bar{N}_i \bar{W}_i F_i$$

ou :

$$\bar{N}_i = \int_{t_i}^{t_{i+1}} N dt = \frac{N_i(1 - e^{-Z_i \Delta t_i})}{Z_i}$$

Notons que pour chaque classe i de l'équation ci-dessus, le nombre moyen des individus, N_i , le poids moyen de chaque classe i, W_i , et les différentes mortalités par pêche, F_i , pour chaque classe i sont calculés par la VPA.

II.11.3.- Modèle de biomasse par recrue

Le modèle de biomasse par recrue de Beverton et Holt (1957), exprime la biomasse annuelle des survivants en fonction de la mortalité par pêche (ou de l'effort). A la

valeur de F max correspondront des valeurs de B max/R et Y max/R. Selon Sparre et Venema (1996), la production par an est

$$Y = F \times \bar{B}$$

Où :

B : est la biomasse moyenne annuelle se trouvant dans la mer pendant une année. Il s'ensuit que :

$$B_{moy} = e^{[-M \times (T_c - T_r)]} \times W = \left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+k} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right]$$

$$S = \exp(-k \cdot (t_c - t_0))$$

K = paramètre de croissance de Von Bertalanffy ;

t0 = paramètre de croissance de Von Bertalanffy ;

Tc = âge à la première capture ;

Tr = âge au recrutement ;

W = poids corporel asymptotique ;

M = mortalité naturelle ; et

Z = mortalité totale.

On peut convertir l'indice de biomasse relative en une biomasse absolue par recue B/R par la relation :

$$\frac{B}{R} = B_{moy}/R \times W_{\infty} e^{[-M \times (t_r - t_0)]}$$

II.12.- Traitement statistique

Trois logiciels ont été utilisés pour le traitement statistique :

- Excel (Microsoft Office 2003), utilisé surtout dans la relation taille poids et la partie reproduction pour le calcul des différents paramètres (pourcentage des sexes, la moyenne de la longueur céphalothoracique).
- FISAT II (version 1.2.0.1), outils d'évaluation courante de la FAO-ICLARM, nous a permis de calculer les paramètres de croissance, de mortalité et les probabilités de capture.
- Vit4win1-3 utilisé pour l'analyse de la population virtuelle, le calcul du rendement par recue et la détermination des paramètres de références biologiques.

CHAPITRE III

Résultats et discussions

Chapitre III.- Résultats et discussions

Dans ce chapitre nous présenterons et discuterons de façon approfondie, les résultats de la reproduction (sex- ratio), croissance et l'exploitation de la crevette rouge *A. antennatus*.

III.1.- Comparaison des tailles moyennes

Pour les longueurs céphalothoraciques (L_c) l'écart réduit calculé ($\varepsilon = 9,65$) est supérieur à celui de la table (1,96), donc la différence entre les tailles des mâles et celles des femelles est significative au taux de sécurité de 95%. Ceci dit que la croissance des deux sexes n'est pas la même et donc elle devrait être étudiée séparément

Tableau 3.- Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et des femelles

d' *A. antennatus*.

Sexe	Effectif	moyenne	Ecart type	variance	Ecart réduit calculé
femelles	190	32,09	9,37	87,92	$\varepsilon = 9,65$
Mâles	35	23,55	3,34	11,17	

III.2.- Sex- ratio

La sex- ratio ou proportion des sexes se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes dans une population. Dans notre étude, la sex- ratio est exprimé en pourcentage des mâles et en pourcentage des femelles. L'étude concerne l'analyse du sex ratio global, la sex-ratio en fonction de la taille ainsi que son évolution mensuelle.

III.2.1.- Sex- ratio global

Sur un total de 225 individus, les femelles comptent 190 individus et les mâles 35 individus, donc les femelles sont plus nombreuses que les males ce qui représente une sex-ratio global de **84,44%** pour les premiers et **15,56%** pour les deuxièmes.

Tableau 4.- : Pourcentage des deux sexes de la crevette *A. antennatus* (Risso, 1816)

sexe	effectif	pourcentage	Rapport F/M
femelle	190	84.44 ±4,74	5,42
mâles	35	15.56±4,74	
Total	225		

F/M : nombre de femelles divisé par le nombre de mâles.

Ces résultats sont en accord avec les différents travaux effectués sur *A. antennatus* dans différentes régions de la Méditerranée (tableau 5). D'une manière générale, la sex-ratio est toujours en faveur des femelles

Tableau 5.-Pourcentages des femelles et des mâles chez *A. antennatus* (RISSO, 1816) des différentes régions méditerranéennes.

Auteurs	Région	Femelles (%)	Mâles (%)
Carbonell (1994)	Espagne	76,02	23,98
Sarda et Cartes (1994)	Espagne	80	20
Martinez et Mas (1994)	Espagne	73,19	26,81
Demestre (1995)	Espagne	70,28	29,72
Sarda et al (2001)	Espagne	70	30
Righini et Abella (1994)	Italie	98	2
Papaconstantinou et al (2001)	Grèce	84,4	15,6
Kapiris et al (2001)	Grèce	65-68	32-35
Merbah (2002)	Algérie (Centre)	93,86	6,14
Kherraz (2006)	Algérie (Ouest)	69.67	29,74
Kenouche(2009)	Algérie (centre)	75	25
Meziane et Kechih (2017)	Algérie (centre)	79,37	20,52
Present travail (2018)	Algérie (centre)	84,44	15,56

III.2.2.- Sex- ratio en fonction de la taille

Par classe de taille de 2 mm, les répartitions des mâles et des femelles en effectif et en pourcentage, avec une précision au risque de 5 %, sont reportées dans le **Tableau 7**.

De ces données on fera ressortir les courbes d'abondance de taille sur la **figure11**, ainsi que le pourcentage des femelles et leur intervalle de confiance au risque de 5% en fonction des centres de classe sur la **figure12**

La longueur céphalothoracique des femelles varie de **16 mm** à **57 mm** et les mâles de **17 mm** à **32mm**.

Le calcul de la taille moyenne pour les deux sexes, a donné un résultat de **32,09 mm** de longueur céphalothoracique pour les femelles et de **23,55 mm** pour les mâles.

Rodriguez et Esteban (1999) ont obtenues des valeurs proches : **31,21mm** pour les femelles et **24,05mm** pour les mâles en Espagne, Kherraz (2006) a obtenu **27,88 mm** pour les mâles et **28,63 mm** pour les femelles au niveau de la région d'Oran et Kennouche (2009) a obtenu **30,90mm** pour les femelles et **24,62 mm** pour les mâles dans la région centre d'Algérie.

La valeur calculée de ξ est de **9,65**, supérieure à la valeur lue dans la table de l'écart réduit pour un risque de 5% ($\xi=1,96$), indiquant une différence significative entre les deux tailles Céphalothoraciques moyennes.

Tableau 6.-Répartition par classe de taille d'*Aristeus antennatus* des femelles et des mâles en effectifs et en pourcentage.

classe de taille (mm)	centre de classe (mm)	Effectif			Pourcentage %		± IC ou précision au risque de 5 %
		M	F	T	M	F	
15,5-17,5	16	1	1	2	50	50	69,30
17,5-19,5	18	3	5	8	37,5	62,5	33,55
19,5-21,5	20	5	11	16	31,25	68,75	22,71
21,5-23,5	22	10	12	22	45,45	54,55	20,81
23,5-25,5	24	7	21	28	25	75	16,04
25,5-27,5	26	4	23	27	14,81	85,19	13,40
27,5-29,5	28	4	20	24	16,67	83,33	14,91
29,5-31,5	30	1	23	24	4,17	95,83	7,99
31,5-33,5	32	0	12	12	0	100	0
33,5-35,5	34	0	7	7	0	100	0
35,5-37,5	36	0	8	8	0	100	0
37,5-39,5	38	0	7	7	0	100	0
39,5-41,5	40	0	5	5	0	100	0
41,5-43,5	42	0	4	4	0	100	0
43,5-45,5	44	0	4	4	0	100	0
45,5-47,5	46	0	11	11	0	100	0
47,5-49,5	48	0	4	4	0	100	0
49,5-51,5	50	0	5	5	0	100	0
51,5-53,5	52	0	1	1	0	100	0
53,5-55,5	54	0	2	2	0	100	0
55,5-57,5	56	0	4	4	0	100	0

A partir du tableau des répartitions par classe de taille des femelles et des mâles d'*Aristeus antennatus* on trace le graphe suivant :

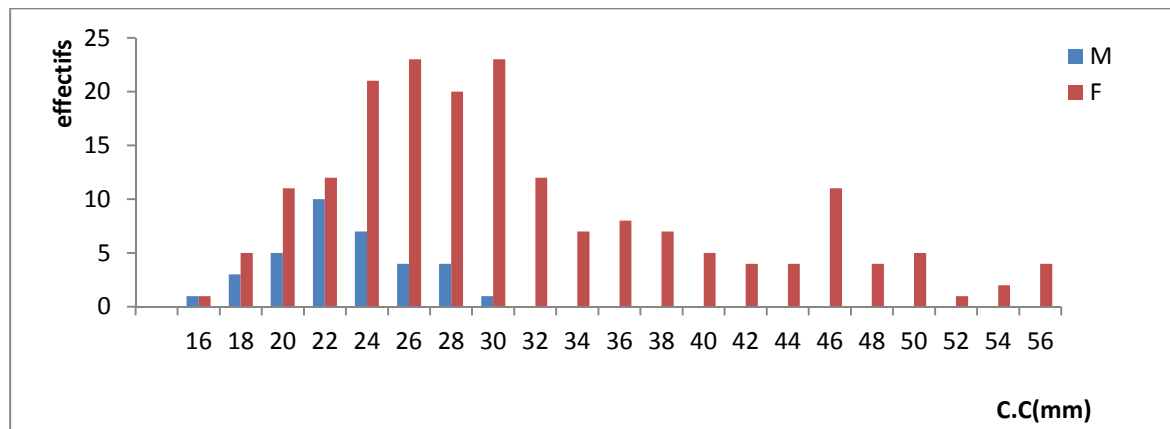


Figure 11.-Distribution de fréquence de taille des femelles et des mâles d'*Aristeus antennatus* (Risso, 1816) dans la région centre d'Algérie

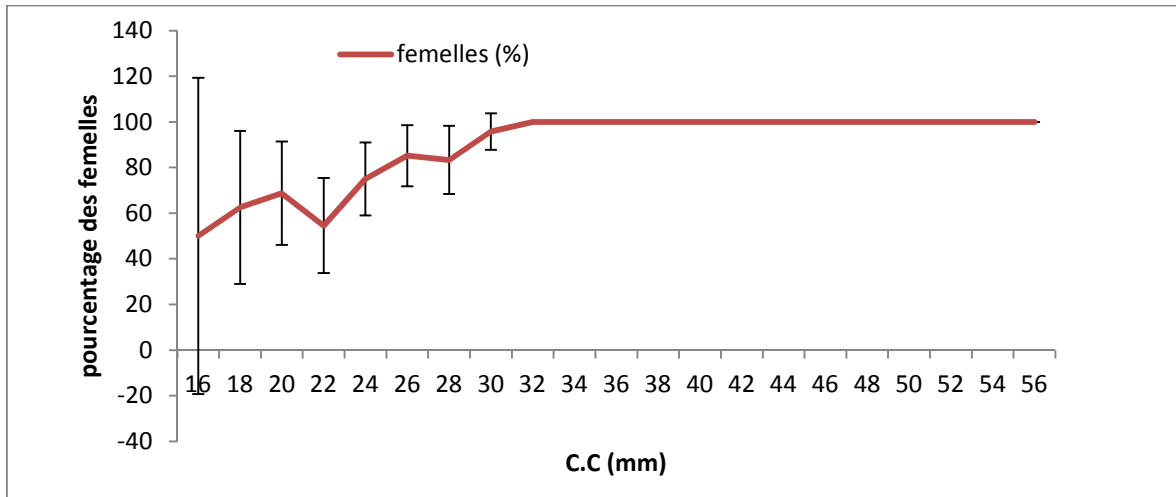


Figure 12.-Pourcentage des femelles en fonction de la taille avec une précision au risque de 5%.

Trois modes principaux se distinguent pour les femelles : 26 mm, 30mm et 24 mm et deux pour les mâles : 22 mm et 24 mm.

Le pourcentage des femelles par classe de taille est reporté sur la **Figure12**. Pour la gamme de taille allant de 16 à 30mm, où les effectifs sont élevés, ce pourcentage diminue à 16mm où il marque 50 % pour chaque sexe. Ceci mène à observer une sex-ratio proche de 1. Au-delà, les femelles continuent à dominer.

L'intervalle de confiance montre une valeur élevée pour les centres de classe allant de 16 -18 mm, et suivie d'une baisse jusqu'au centre de 30mm où l'on notera une valeur minimale de 7,99. L'intervalle de confiance se stabilise à partir de 32mm.

III.2.3.- Sex-ratio en fonction des mois :

La **figures13** illustre graphiquement les données du **tableau 7**.

Durant les trois mois d'étude, les femelles dominent avec un taux de féminité qui va de 52,63% à 90,91%. Au mois de février, ce taux diminue pour laisser une augmentation pour les mâles. Les femelles présentent un pourcentage plus élevé que les mâles.

Tableau 7.-Répartition mensuelle des femelles et des mâles d'*A. antennatus* (Risso, 1816) en effectif et en pourcentage.

mois	Effectif			Pourcentage		précision
	mâles	femelles	total	mâles	femelles	
février	9	10	19	47,37	52,63	22,45
mars	19	110	129	14,73	85,27	6,12
avril	7	70	77	9,09	90,91	6,42
total	35	190	225	15,56	84,44	4,74

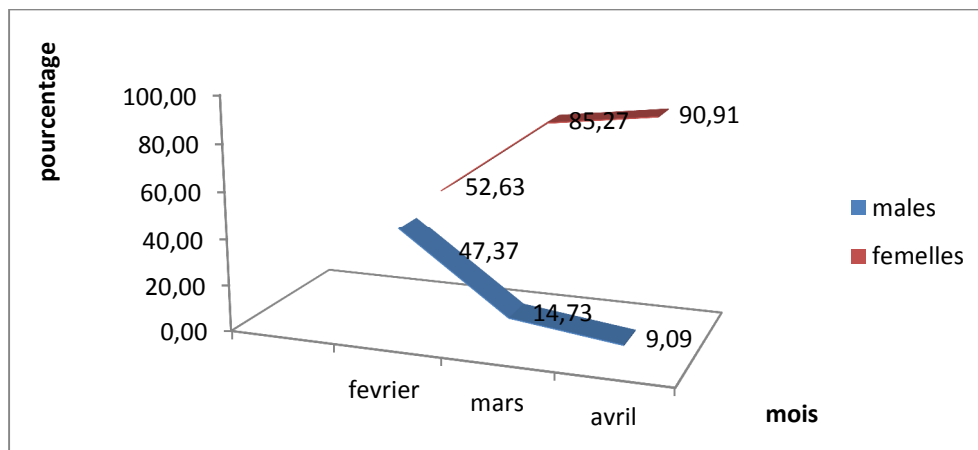


Figure13.- Distribution des pourcentages des deux sexes en fonction des mois.

III.2.4.- Distribution de fréquence de taille

Après avoir testé plusieurs intervalles de classe, nous avons opté pour un intervalle de 2 mm pour les deux sexes. Cet intervalle est en adéquation avec le taux de croissance de notre espèce.

Tableau 8.- Distribution des fréquences de taille chez les mâles d'*A. antennatus* (Risso, 1816).

Classe de taille	Centre de classe	Effectif
15,5-17,5	16	1
17,5-19,5	18	3
19,5-21,5	20	5
21,5-23,5	22	10
23,5-25,5	24	7
25,5-27,5	26	4
27,5-29,5	28	4
31,5-33,5	30	1

A partir de tableau des fréquences de taille on trace le graphe suivant :

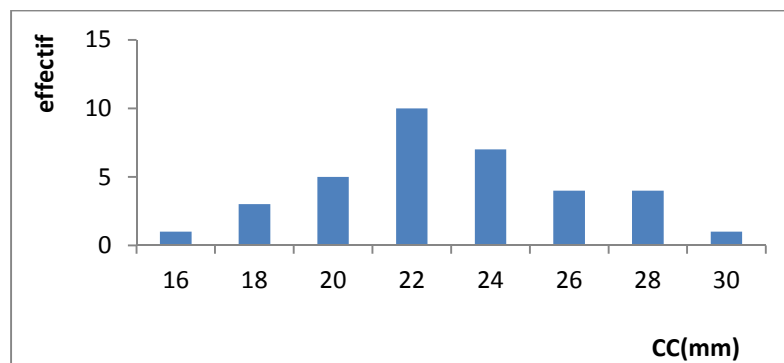


Figure 14.- Fréquence de taille chez les mâles d *A. antennatus* (Risso, 1816)

L'analyse du graphe de la fréquence des mâles montre une valeur élevée pour la classe de 21,5-23,5 à une fréquence maximale de 10 individus; et une basse valeur pour les classes de 15,5-17,5 et 31,5-33,5 à une fréquence minimale de 1 individus (**figure 14**).

Tableau 9.- Distribution des fréquences de taille chez les femelles d'*A. antennatus* (Risso, 1816).

Clase de taille	Centre de classe	Effectif
15,5-17,5	16	1
17,5-19,5	18	5
19,5-21,5	20	11
21,5-23,5	22	12
23,5-25,5	24	21
25,5-27,5	26	23
27,5-29,5	28	20
29,5-31,5	30	23
31,5-33,5	32	12
33,5-35,5	34	7
35,5-37,5	36	8
37,5-39,5	38	7
39,5-41,5	40	5
41,5-43,5	42	4
43,5-45,5	44	4
45,5-47,5	46	11
47,5-49,5	48	4
49,5-51,5	50	5
51,5-53,5	52	1
53,5-55,5	54	2
55,5-57,5	56	4

A partir de tableau des fréquences de taille on désigne le graphe suivant :

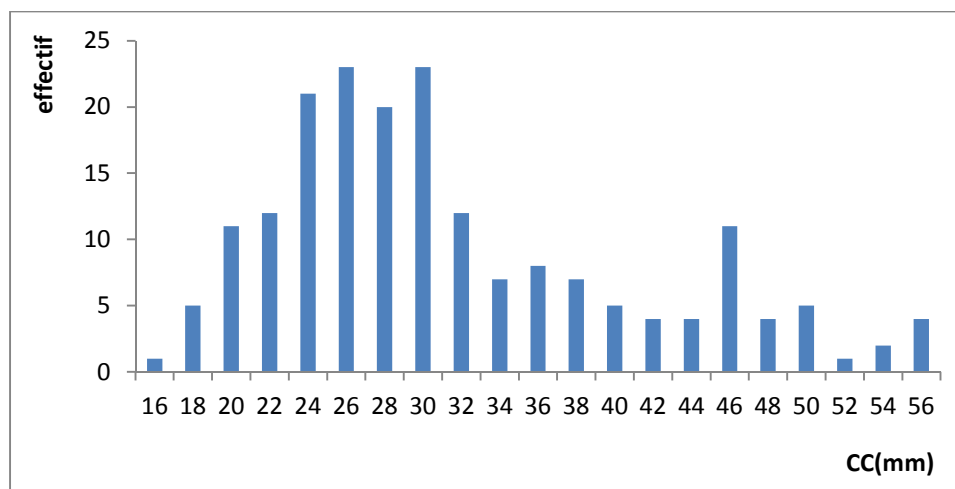


Figure 15.- fréquence de taille chez les femelles d'*A. antennatus* (Risso, 1816).

L'analyse du graphe de la fréquence des femelles montre une valeur élevée pour les classes de 25,5-27,5 et 29,5-31,5 à une fréquence maximale de 23 individus; et une basse valeur pour les classes de 15,5-17,5 et 51,5-53,5 à une fréquence minimale de 1 individu (figure 15).

Discussion

Sur un nombre de 225 individu de crevette rouge, le taux de féminité total est de 84.44%, les femelles sont donc plus nombreuses que les mâles, ces dernier présentent un pourcentage de 15,56 %. Ces résultats sont très proches à celle trouvé par Papaconstantinou et al (2001) à Grèce (84,4 %femelles, 15,6% mâles). Ces résultats sont en accord avec les différents travaux de : Sarda et al, (2001) en Espagne (70,19 % femelles, 26,81% mâles), Kherraz (2006) (69,67% femelles et 29,74% mâles) au niveau de la région d'Oran et Kennouche (2009) (75 % femelles et 25 % mâles) au niveau de la région centre d'Algérie.

Les femelles d'*A. antennatus* sont plus nombreuses comme l'a rapporté dans la littérature justifiée par la ségrégation des sexes le long du gradient bathymétrique, où les mâles sont rencontrés plus en profondeur (Cau et al, 2002).

D'autres informations sont apportées à partir de l'étude de la sex-ratio en fonction de la taille, montre l'existence d'une différence significative entre l'abondance des deux sexes dans cette population.

En ce qui concerne la répartition du sexe en fonction de la taille, on peut observer une dominance des mâles aux niveaux des plus petites classes de taille de **16 mm** et **22 mm** de longueur céphalothoracique. Toutes les autres classes de taille sont dominées par les femelles au point de retrouver 100 % de ces dernières au niveau des captures à partir d'une taille de **32 mm** de longueur céphalothoracique.

la différence de taille en faveur des femelles déjà signalée pour cette espèce par plusieurs auteurs notamment en Algérie par Yahiaoui (1994) , Merbah (2002) , Nouar (1985), Kherraz (2006) et Kennouche (2009).

III.3.- Croissance

Dans cette partie on va étudier la croissance linéaire, la croissance pondérale et la croissance relative de la crevette rouge au niveau de la région centre d'Algérie.

III.3.1.- Croissance linéaire

III.3.1.1.- Estimation des paramètres des croissances

- Estimation de L_{∞} et Z/K par la méthode de Powell(1979)-Wetherall (1987)

Selon la méthode décrite dans la partie matériel et méthodes, celle de Powell et Wetherall (1987) employée par la plus part des auteurs, est utilisée dans la présente étude pour l'estimation des paramètres L_{∞} et Z/K . Le logiciel FISAT II (version 1.2.0.1) a été utilisé pour les calculs des valeurs des paramètres de croissance.

L'application de la méthode de Powell-Wetherall représentée par les **figures 16, 17**, a fourni les paramètres L_{∞} et Z/K consignés dans le **tableau10**.

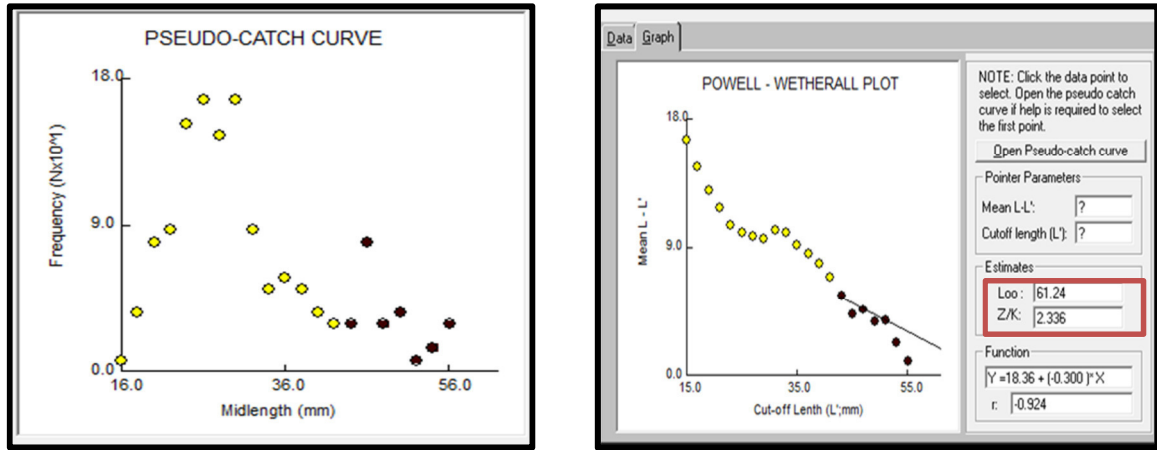


Figure 16 –Détermination de L_{∞} et Z/K pour les femelles d' *Aristeus antennatus*

Par la méthode de POWELL et Wetherall

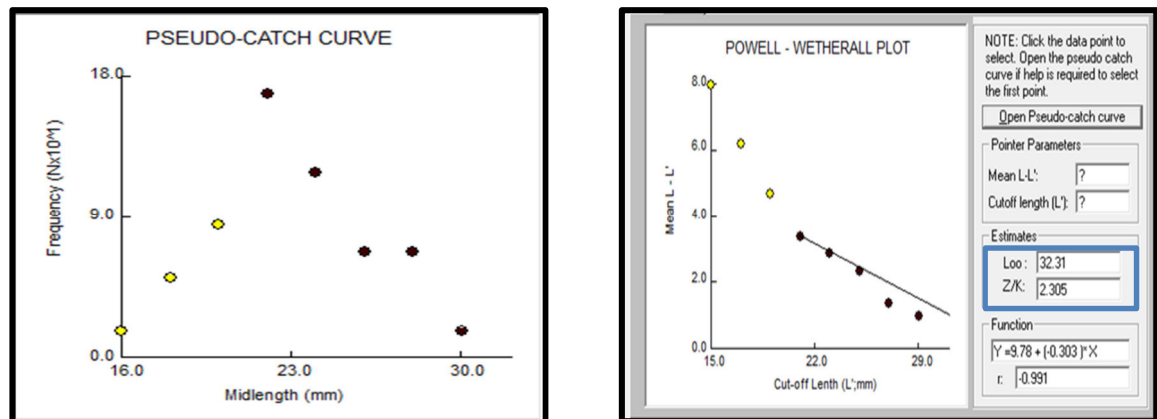


Figure 17 –Détermination de L_{∞} et Z/K pour les mâles d' *Aristeus antennatus*

Par la méthode de POWELL et Wetherall

Tableau 10.- Paramètres de L_{∞} et Z/K déterminés par la méthode de Powell-Wetherall pour *Aristeus antennatus* (Risso, 1816)

Sexe	Longueurs céphalothoraciques (mm)	
	L_{∞} (mm)	Z/K
Femelle	61,24	2,33
Mâles	32,31	2,30

- **Estimation de L_{∞} par la méthode de Pauly (1985)**

L'application numérique de la relation empirique de Pauly (1985) a permis de déterminer la longueur asymptotique chez les deux sexes (**tableau 11**).

Tableau 11.- Tailles asymptotiques estimées pour *Aristeus antennatus* (Risso, 1816)

Sexe	Tailles asymptotiques L_{∞} (mm)
femelles	60
mâles	33,68

- **Estimation de Φ'**

Pour l'estimation de Φ' , un calcul de Φ' est réalisé sur chaque couple de L_{∞} et K , trouvés par différents auteurs de la région méditerranéennes. Les valeurs de ce paramètre varient autour de 3. Une valeur de **3,29** a été obtenu pour les femelles et **2,92** pour les mâles (**tableau 12**).

Tableau 12 : Paramètres de croissance (L_{∞} et K) obtenus par différents auteurs en méditerrané

Auteur	Région	Année	L_{∞} (mm)		K		Φ calculé	
			femelles	Mâles	femelles	Mâles	femelles	Mâles
Sarda et Demestre	Mer catalane	1987	76		0,3		3,23	
Spedicato et al.	Sud de la mer	1992	66,8		0,55		3,38	
	Tyrrhénienne							
Demestre et Leonart	Nord-Ouest de la méditerranée	1993	76	54	0,3	0,25	3,23	2,86
Yahiaoui	Alger	1994 a	65	35	0,33	0,45	3,28	2,74
Yahiaoui	Alger	1994 b	70	40	0,37	0,41	3,19	2,81
Carbonell	Majorque	1994	74	46	0,4	0,47	3,34	2,99
Campillo	Golfe de Lion	1994	63,5		0,52		3,32	
Dos Santos et Ribeiro Cascalho	Sud du Portugal	1994	75,4		0,36		3,31	
Martinez-Banos et Mas	Espagne Sud-Est	1994	75	52	0,38	0,27	3,32	2,86
Arculeo et al.	Sicile	1994	69,4		0,337		3,21	
Demestre	Espagne	1994	74,4	46	0,3	0,3	3,22	2,8
D'Onghia et al	Italie	1994	66,2	54,6	0,93	0,99	3,61	3,47
Ragonese et al.	Sicile	1994	72		0,45		3,36	
Yahiaoui	Alger	1995	66,02		0,31		3,13	
Papaconstantinou et Kapiris	Mer ionienne	2001	65	58	0,43	0,39	3,25	3,11
Amara	Alger	2002	58,114	35,55	0,549	0,567	3,26	2,85
Marbah	Alger	2002	68,25	35,55	0,398	0,56	3,26	2,84
alikherez	Oran	2006	70,41	45,02	0,42	0,52	3,31	3,02
Mouffok	Oran	2008	70,59	43,01	0,505	0,296	3,4	2,73
kenouche	Alger	2009	66,05	36,01	0,46	0,63	3,3	2,91
Présente étude	Alger	2018	61.24	32.31	0.52	0.79	3,29	2,92

- Estimation de t_0

La valeur de t_0 calculée à partir de l'équation de Pauly, elle est de $-0,25 \text{ ans}^{-1}$ pour les femelles et de $-0,19 \text{ ans}^{-1}$ pour les mâles.

Tableau 13.-Paramètres de croissances obtenues par analyse des structures de taille.

Paramètre/Sexe	mâles	femelles
z/k	2,30	2,33
K	0,79	0,52
t ₀	- 0,19	- 0,25
Φ_m	2,92	3,29
L c _∞ (mm)	32,31	61,24

L'équation de von Bertalanffy d'*A. antennatus* (Risso, 1816) dans cette étude est :

$$L_c = 61,24 (1 - e^{-0,52 (t - 0,25)}) \quad \text{pour les femelles}$$

$$L_c = 32,31 (1 - e^{-0,79 (t - 0,19)}) \quad \text{pour les mâles}$$

Ces équations de croissance nous ont permis de tracer les courbes de croissances linéaires de von Bertalanffy pour *A. antennatus* (Risso, 1816) de la région centre d'Algérie (**figure 18**).

Tableau 14.- Croissances linéaires de von Bertalanffy pour *A. antennatus* de la région centre d'Algérie

t	Lc _t femelle	Lc _t mâles
0	7,46	4,60
1	29,26	19,98
2	42,23	26,82
3	49,94	29,87
4	54,52	31,22
5	57,24	31,82
6	58,86	32,09
7	59,82	32,21

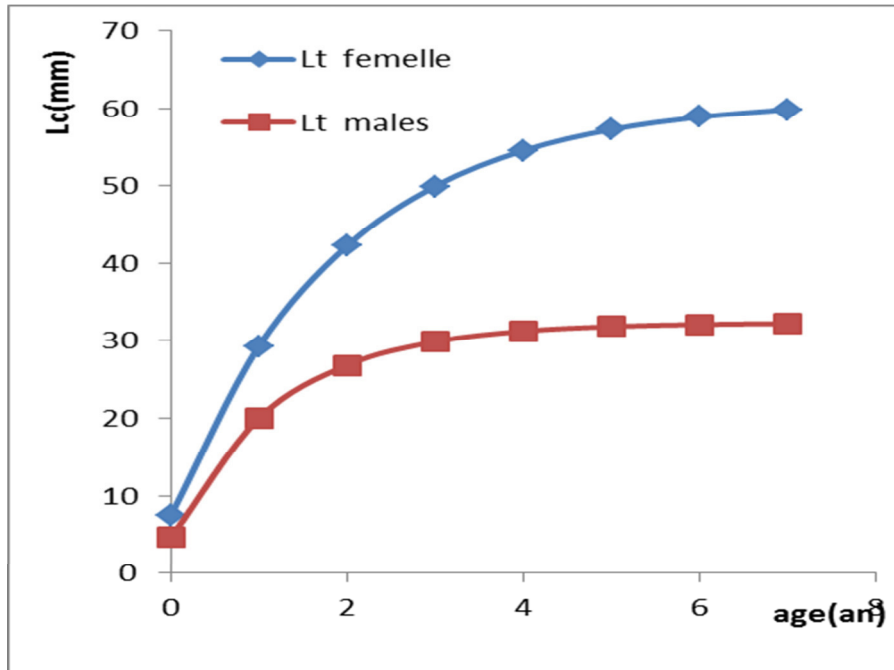


Figure 18.- Courbes de croissances linéaires de von Bertalanffy pour *A. antennatus* (Risso, 1816) de la région centre d'Algérie

L'analyse de la courbe de croissance linéaire de *A. antennatus* (**figure 18**) montre que de l'âge zéro jusqu'à l'âge II. Les mâles croissent plus vite que les femelles. Au-delà, la croissance des mâles se stabilise et approche de la longueur asymptotique, alors que chez les femelles la croissance continue. Ceci va créer un écart entre la taille des mâles et la taille des femelles chez les spécimens âgés (longueur maximale observée chez les mâles = 32 mm et chez les femelles = 57 mm).

Ces résultats mettent en évidence une croissance différente entre les deux sexes, en faveur des femelles,

III.3.2.- Croissance relative

- Relation taille poids

Les relations calculées se rapportent à l'équation entre : La longueur céphalothoracique (L_c) et le poids total (W_T)

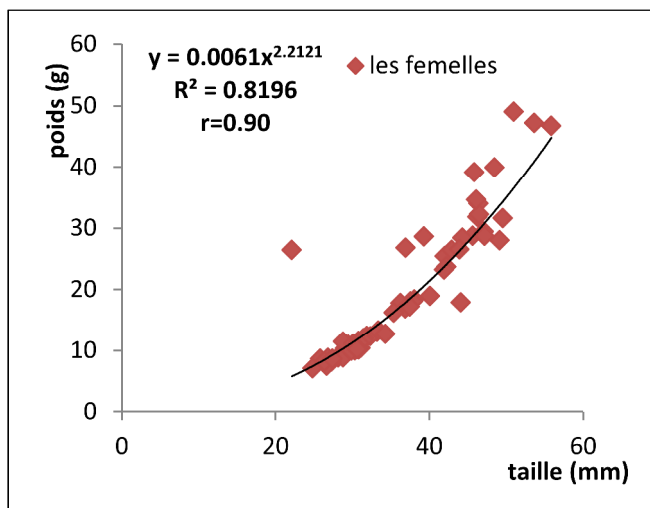


Figure 19.- Représentation graphique de la relation poids total-longueur céphalothoracique des femelles d'*A. antennatus*

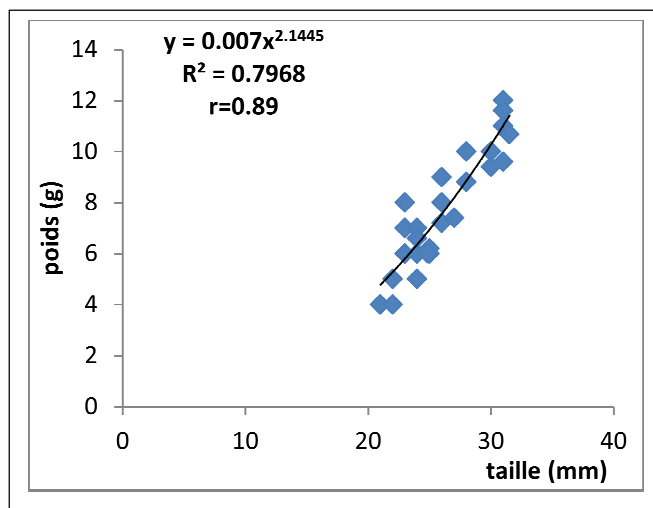


Figure 20.- Représentation graphique de la relation poids total-longueur céphalothoracique des mâles d'*A. antennatus*

Les résultats obtenus sont consignés dans le **tableau 15**. Pour chaque relation, l'équation de la droite représentant les nuages de points, le coefficient de corrélation (**r**) ainsi que l'effectif (**N**) sont reportés. Ces relations indiquent que pour *A. antennatus* la croissance en longueur est plus rapide que la croissance en poids.

Tableau 15.- Relations biométriques d'*A. antennatus* (Risso, 1816)

Relation	Sexe	Equation	r	N
W _t en fonction de LC	Femelles	W _t = 0,0061 Lc ^{2,212}	0,90	67
	Mâles	W _t = 0,007 Lc ^{2,14}	0,89	35

Le coefficient de corrélation **r** est de 0,90 pour les femelles et 0,89 pour les mâles. Il tend vers 1, nous avons donc une bonne corrélation entre la taille et le poids des individus ou une bonne dépendance entre les deux variables étudiées.

Les différents résultats concernant la croissance relative sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 16.- Récapitulative les différents résultats concernant la croissance relative chez *A. antennatus* (Risso, 1816).

Paramètres	femelles	mâles
L_{∞}	61,24	32,31
W_{∞}	54,75	12,07
a	0,0061	0,007
b	2,21	2,14
r	0,81	0,79
tc	3,61	2,48
t α	1,96	1,96
Allométrie	Minorante	Minorante

La relation puissance entre le poids total (Wt) et la longueur céphalothoracique (Lc) montre des valeurs de pente b inférieur à 3, indiquant une croissance à allométrie minorante chez *A. antennatus*. La valeur de ce paramètre est de **2,212** pour les femelles et **2,14** pour les mâles. Après vérification, le test comparatif de l'écart réduit (au risque $\alpha = 5\%$), on obtient un t calculé (mâles = 2,48 ; femelles = 3,61) supérieur à t de la table (1,96) dans les deux cas. Donc la relation entre la taille et la masse des crevettes est à allométrie minorante pour tous les individus de la population d'*A. antennatus* de la région centre d'Algérie. Autrement dit, la taille croit plus vite que le poids des individus.

Afin de situer les résultats de la présente étude nous avons reporté dans le **tableau 17** les résultats de la relation entre le poids total et la longueur céphalothoracique obtenus par d'autres auteurs.

Tableau 17.-Relation Poids Total (**WT**) – Longueur Céphalothoracique (**LC**) obtenue sur *A. antennatus* (Risso, 1816) par différents auteurs

Auteur	Année	Région	Sexe	Relation W_t/LC
Dos Santos et Ribeiro Cascalho	1994	Sud Portugal	Femelles	$W_t = 0,0022 Lc^{2,494}$
			Mâles	$W_t = 0,00227 Lc^{2,482}$
Fiorentino et al.	1996	BassinLigure	total	$W_t = 0,0024 Lc^{2,386}$
Garcia-Rodriguez et Esteban	1999	Ibiza	Femelles	$W_t = 0,0024 Lc^{2,48}$
			Mâles	$W_t = 0,003 Lc^{2,4}$
			Total	$W_t = 0,002 Lc^{2,47}$
Papaconstantinou et Kapiris	2001	Merionienne	Femelles	$W_t = 0,003 Lc^{2,35}$
			Mâles	$W_t = 0,004 Lc^{2,27}$
			Total	$W_t = 0,003 Lc^{2,35}$
Kherréz	2006	ouest Algérie	Femelles	$W_t = 0,76 Lc^{2,34}$
			Mâles	$W_t = 0,64 Lc^{2,49}$
Kennouche	2009	Centre Algérie	Femelles	$W_t = 0.003 Lc^{2,358}$
			Mâles	$W_t = 0.004 Lc^{2,276}$
			Total	$W_t = 0.003 Lc^{2,357}$
Présente étude	2018	Centre Algérie	Femelles	$W_t = 0,0061 Lc^{2,21}$
			Mâles	$W_t = 0,007 Lc^{2,14}$

Les résultats de la présente étude sont en accord avec les différents travaux indiquant que pour *A. antennatus* en méditerranée, le coefficient a se situe entre 0,002 et 0,01 et une allométrie minorante de la relation taille - poids ($b < 3$).

- Croissance pondérale

Tenant compte de nos résultats sur la croissance en longueur et ceux de la relation taille - poids, l'équation de croissance en poids d' *A. antennatus* est alors :

$$W_t = 54,75 (1 - e^{-0,52(t-0,25)})^{2,21} \text{ pour les femelles}$$

$$W_t = 10,91 (1 - e^{-0,79(t-0,19)})^{2,14} \text{ pour les males}$$

Ces équations nous ont permis de tracer les courbes de croissances pondérales de von Bertalanffy pour *A. antennatus* de la région centre d'Algérie (**figure21**).

Tableau 18.-Croissance pondérale de von Bertalanffy pour *A. antennatus* de la région centre d'Algérie.

t	W _t mâles	W _t femelles
0	1,68	6,67
1	7,35	26,16
2	9,93	37,75
3	11,09	44,64
4	11,62	48,74
5	11,86	51,17
6	11,97	52,62
7	12,02	53,48

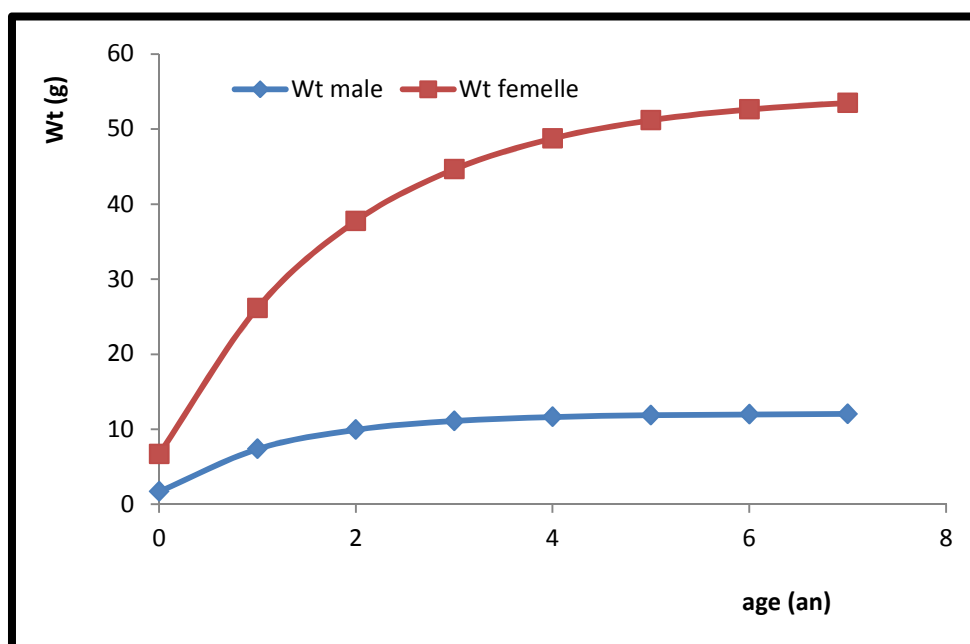


Figure 21.- Courbes de croissances pondérales de von Bertalanffy pour *A. antennatus* Dans la région centre d'Algérie

L'analyse de la courbe de croissance pondérales von Bertalanffy pour *A. antennatus* de la région centre d'Algérie (**figure 21**) montre que de l'âge zéro jusqu'à l'âge II, les femelles grossissent plus vite que les mâles. Au-delà de la troisième année les femelles continuent à grossir, alors que la croissance des mâles se stabilise.

Discussion :

Les paramètres de croissance obtenus pour les deux sexes sont comparés aux travaux réalisés dans la même zone d'étude.

La croissance linéaire chez les femelles est plus importante que celle des mâles. Ceci pourrait être expliquée par leur longévité relativement courte par rapport à celle des femelles ou par leur migration, à partir d'une certaine taille, vers des fonds inaccessibles aux engins de pêche (Kherraz 2006).

- La longueur asymptotique (L_{∞}) d' *A. antennatus* (61,24 mm pour les femelles et 32,31 mm pour les mâles) demeure inférieur à celle obtenu par Kennouche (2009) dans la même région d'étude.
- Le coefficient de croissance K obtenu dans la présente étude ($K=0,52\text{an}^{-1}$ pour les femelles et $k=0,79\text{an}^{-1}$ pour les mâles) est inférieur à celui obtenu par Kennouche (2009) ($k=0,31\text{an}^{-1}$ pour les femelles et $0,60\text{an}^{-1}$ pour les mâles).

A partir de l'âge de 4 ans, la croissance des femelles diminue tandis que pour les mâles, cette observation s'observe à l'âge de 3ans. La différence de croissance chez cette crevette n'est pas particulière, elle est commune pour toutes les crevettes Pénéides (Demestre, 1994). L'étude des relations taille-poids confirme la caractéristique d'allométrie minorante chez notre espèce et celles observés sur toutes sa répartition géographique :Campillo, 1994; Demestre, (1994)Merbah (2002), Kherraz (2006) et Kennouche(2009).

III.4.- Exploitation

III.4.1.- Coefficient de mortalité totale

La distribution de fréquence de taille de *A. antennatus* a permis dans la partie croissance d'appliquer la méthode de Powell–Wetherall. Deux autres méthodes sont appliquées pour l'estimation de Z et sont représentées par les **Figures 22 a et 22b**,

- Courbe de capture linéarisée :

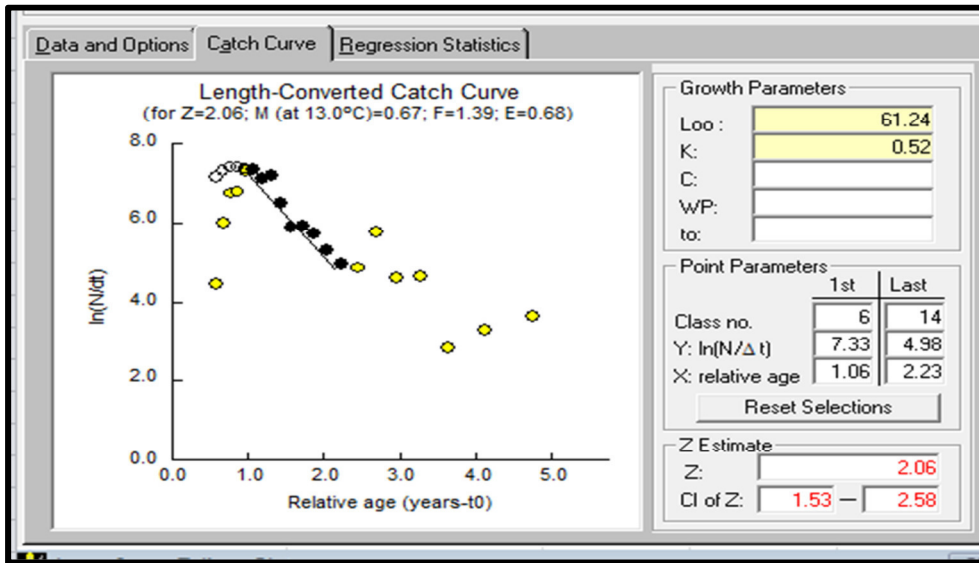


Figure 22.-a Coefficient de mortalité totale des femelles par la méthode de courbe de capture linéarisée

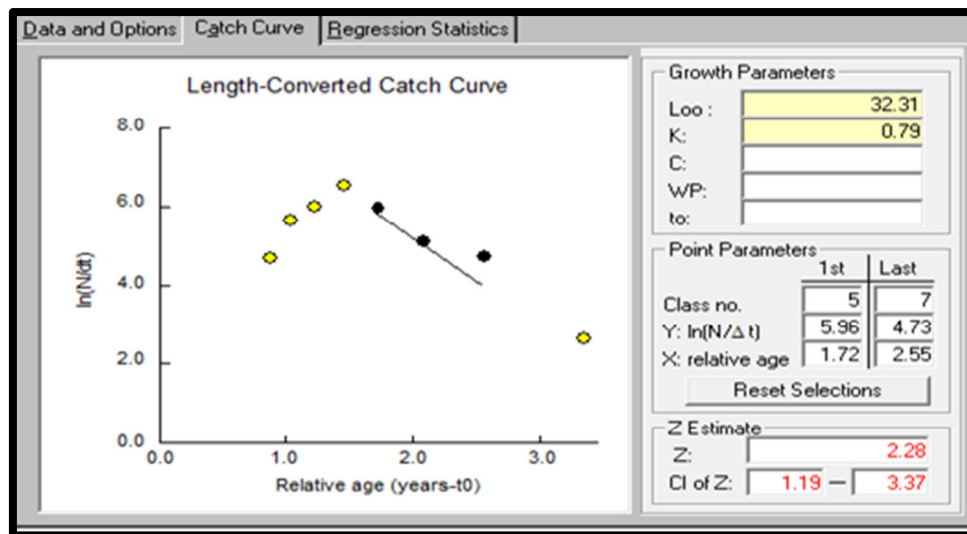


Figure 22.-b coefficient de mortalité totale des mâles par la méthode de courbe de capture linéarisée

- Méthode de Jones et van Zalinge

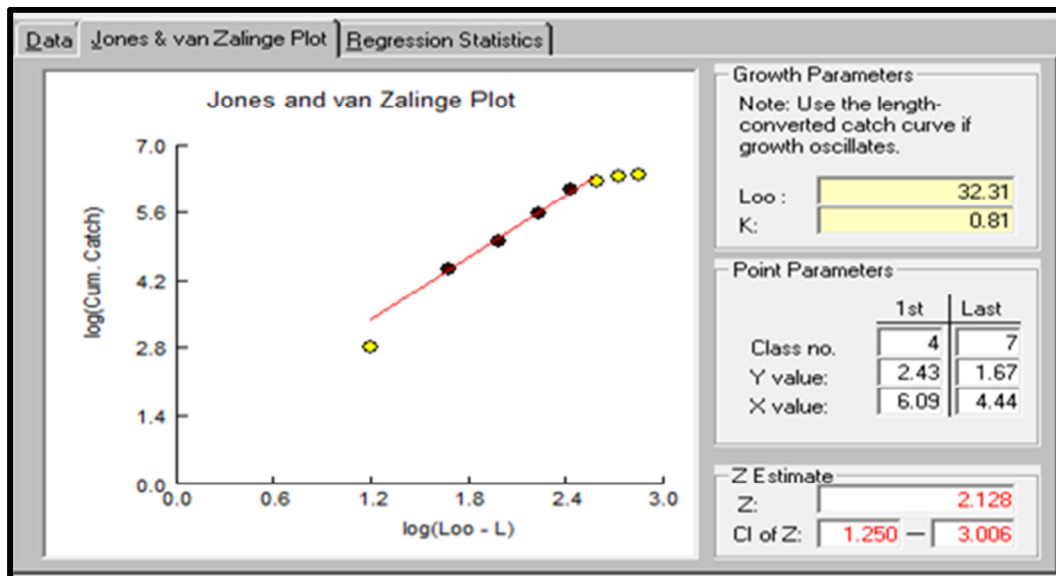


Figure 23 a: Coefficient de mortalité totale des mâles par la méthode de van Zalingue

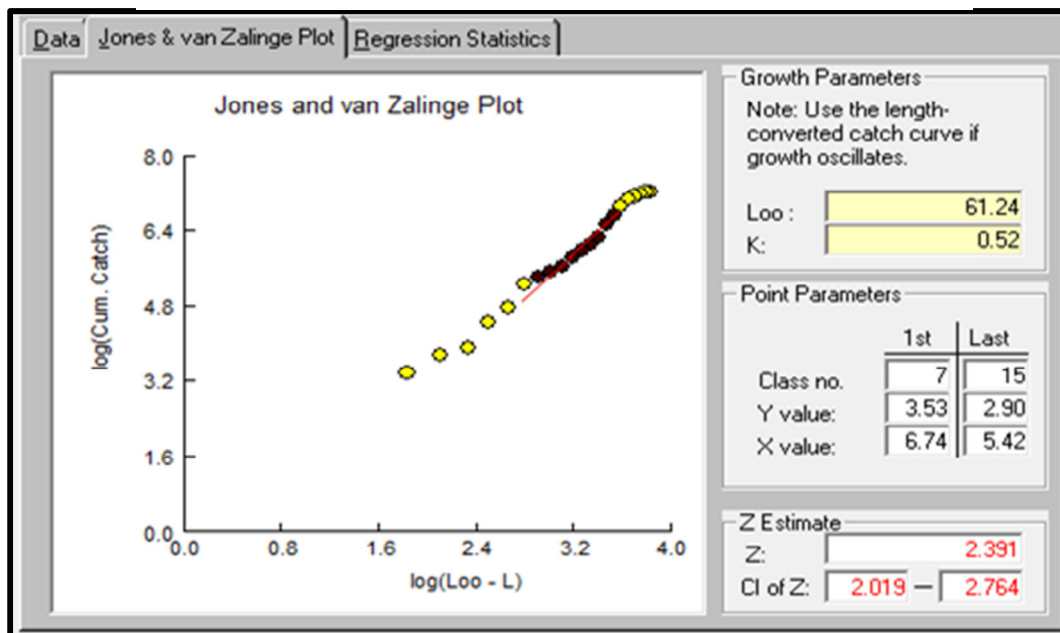


Figure 23 b: Coefficient de mortalité des femelles par la méthode de van Zalingue

Dans le présent travail nous avons retenus les résultats de la méthode de la courbe de capture selon les longueurs, cette méthode est utilisée par la plus part des auteurs. Le coefficient de mortalité totale Z d'*A. antennatus* dans la région centre d'Algérie est de **2,06** an^{-1} pour les femelles et de **2.28** an^{-1} pour les mâles (**tableau 19**).

Tableau 19.- Coefficient de mortalité totale.

Méthodes	Z	
	mâles	femelles
Courbe des captures selon les longueurs	2.28	2.06
Beverton et Holt	1.08	0.94
Powell-Wetherall	1.86	1.21
Jones et Van Zalinge	2.12	2.39

III.4.2.- Coefficient de mortalité naturelle

L'application des différentes méthodes pour l'évaluation du coefficient de mortalité naturelle (M), a donné le résultat résumé dans le tableau 20.

Tableau 20.- Coefficient de mortalité naturelle (M) obtenu par différentes méthodes

Méthodes	M	
	mâles	femelles
Pauly	0.61	0.66
Taylor	0.77	0.51
Djabali et al	0.56	0.41

Pour les femelles, avec les paramètres de croissance définis précédemment ($K = 0,52$ et $L_{\infty} = 61.24$ mm) et une température moyenne de 13°C , la valeur de M retenue est celle de l'équation de Pauly(1980). Cette valeur est égale à **0.66 an^{-1}** .

Concernant les mâles, soumis à une même température et pour les paramètres de croissance définis précédemment ($K = 0.79 \text{ an}^{-1}$ et $L_{\infty} = 32.31$ mm), la valeur de M retenue est celle de l'équation de Pauly (1980). Cette valeur est égale à **0.61 an^{-1}** .

Nous avons opté pour la valeur obtenue par l'équation de Pauly (1980) qui se rapproche beaucoup plus de la réalité étant donné qu'elle utilise la température, variable physique mesurable. Ce même auteur a évalué les paramètres de croissance et de mortalité de 175 populations de poissons vivant dans les eaux à températures moyennes.

III.4.3.- Coefficient de mortalité par pêche (F)

A partir des valeurs de Z et de M retenues précédemment, le coefficient de mortalité par pêche F de *A. antennatus* de la région centre d'Algérie est de **1,4 an⁻¹** pour les femelles et de **1,72 an⁻¹** pour les mâles.

III.5.- Taux d'exploitation

La valeur du taux d'exploitation E calculée à partir du rapport F/Z est égale à **0,67** pour les femelles et de **0,73** pour les mâles (**tableau 21**).

Tableau 21.- Les coefficients de mortalité totale, naturelle, par pêche et le taux d'exploitation

Paramètre	Femelles	Mâles
Z (an ⁻¹)	2,06	2,28
M (an ⁻¹)	0,66	0,61
F (an ⁻¹)	1,4	1,72
E= F/Z	0,67	0,73

Les valeurs du taux d'exploitation montrent que le stock de la crevette rouge est en surexploitation.

III.6.- Sélection et recrutement

Cartes et Demestre (2003) suggèrent que le recrutement se passe 4 à 5 mois après la ponte. En fixant la ponte en juillet, le recrutement se déroulerait en décembre. En effet, pendant ce mois, Company et al.(2003) ont observé une première apparition des juvéniles. La valeur de 0,417 ans est ainsi retenue comme âge de recrutement pour les deux sexes (**tableau 22**).

Tableau 22.- Tailles de première capture (Lc) en fonction des sexes

Sexe	L25	L50	L75
Femelles	19,68	21,57	23,61
Mâles	18,58	20,15	21,97

Les probabilités de capture obtenues à l'aide du logiciel FISAT sont reportées dans les Figures **24** et **25**. La taille de première capture **Lc** déterminée est de **21,57mm** pour les

fémmelles qui correspond à un âge, estimé à l'âge de première capture t_c , de **0,58** an et de **20,15** mm pour les mâles correspondant à **1,04** an

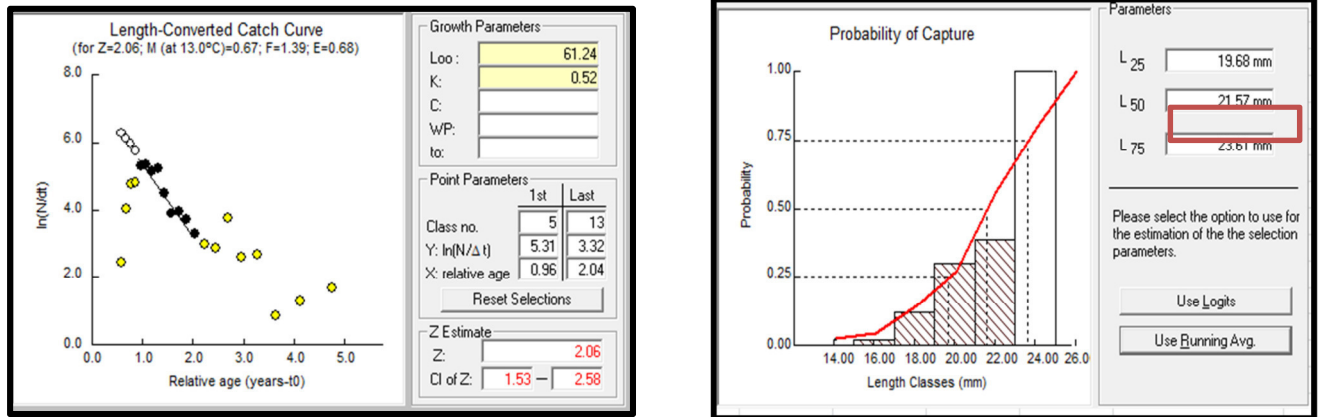


Figure 24.- Détermination des probabilités de captures d' *A. antennatus* femelles (FISAT II, 2004)

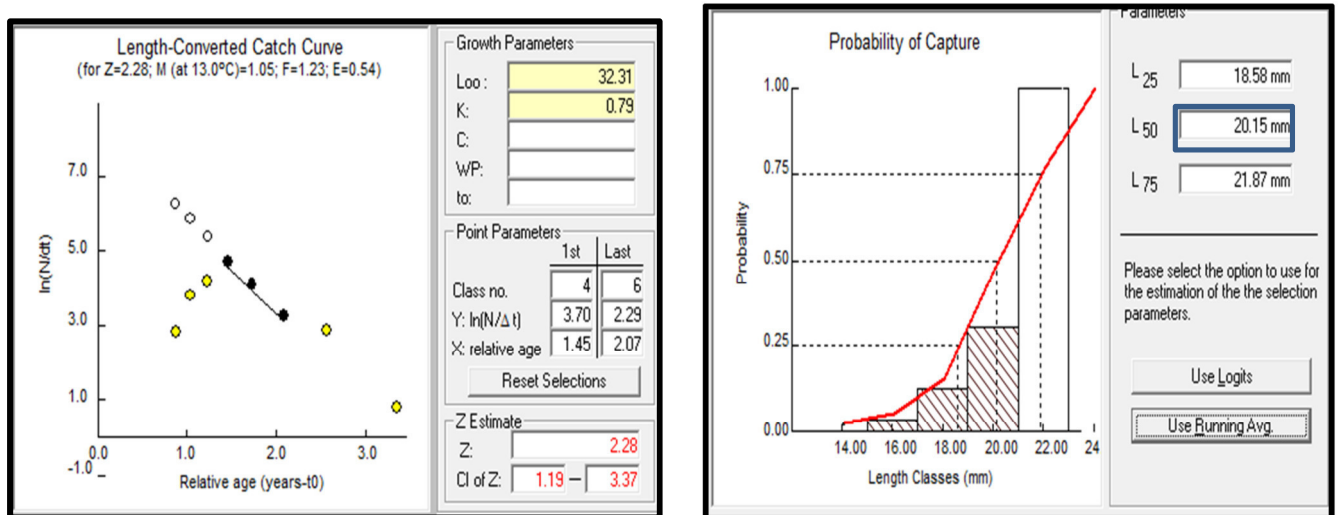


Figure 25.- Détermination des probabilités de captures d' *A. antennatus* mâles (FISAT II, 2004)

III.7.- Analyse virtuelle de la population

L'analyse de la population virtuelle de crevette rouge de la région centre d'Algérie est réalisée à partir de distributions de fréquences de taille de 190 femelles et 35 mâles récoltées durant trois mois de l'année 2018 ainsi que des données statistiques de l'année 2016 provenant de la direction générale de la pêche et d'aquaculture. Cette analyse a fourni les résultats indispensables pour l'évaluation de l'état d'exploitation de *d'Aristeus antennatus* dans la région centre d'Algérie. Comme il existe des différences significatives de croissance

entre les mâles et les femelles, les estimations vont être effectuées distinctivement.

Tableau 23.- Données nécessaires à l'analyse virtuelle basée sur les longueurs pour les femelles d'*A. antennatus* de la région centre d'Algérie.

Centre de classe (mm)	Effectif	Pourcentage des femelles matures (Kennouche 2009)	Equation croissance linéaire
16	1	0	$L_c = 61,24 (1 - e^{-0,52 (t - 0,25)})$ $W_t = 54,75 (1 - e^{-0,52 (t - 0,25)})^{2,2121}$
18	5	0	
20	11	0	
22	12	2,27	
24	21	20	Relation taille- poids $W_t = 0,0061 L_c^{2,212}$
26	23	39,77	
28	20	57,77	
30	23	63,63	
32	12	69,53	
34	7	75,28	Mortalités (an-1) M 0,66 F 1,4 Z 2,06 E 0,68
36	8	100	
38	7	100	
40	5	100	
42	4	100	
44	4	100	
46	11	100	Recrutement et sélection $L_r=9-12\text{mm}$ $L_c=21,57$ $tr=0,417$ $tc= 0,996$
48	4	100	
50	5	100	Taille de première maturité sexuelle $L_m = 27,1 \text{ mm}$
52	1	100	
54	2	100	La production annuelle d' <i>A. antennatus</i> femelles dans la région centre d'Algérie pour l'année 2016 est de 127,5 tonnes (statistiques de la DGPA)
56	4	100	

Tableau 24.- Données nécessaires à l'analyse virtuelle basée sur les longueurs pour les mâles d'*A. antennatus* de la région centre d'Algérie.

Centre de classe (mm)	Effectif	Pourcentage des femelles matures (Kennouche 2009)	Equation croissance linéaire $L_c = 32,31 (1 - e^{-0,79 (t - 0,19)})$ $W_t = 10,91 (1 - e^{-0,79 (t - 0,19)})^{2,14}$
16	1	0	
18	3	0	
20	5	10	Relation taille- poids $W_t = 0,007 L_c^{2,14}$
22	10	18,18	Mortalités (an-1) $M=0,61$ $F=1,74$ $Z=2,28$ $E=0,74$
24	7	40,54	$L_r=9-12\text{mm}$ $L_c=21,26$ $t_r=0,417$ $t_c=1,172$
26	4	73,68	Taille de première maturité sexuelle $L_m = 20,25$ mm
28	4	85,71	La production annuelle d' <i>A. antennatus</i> mâles dans la région centre d'Algérie pour l'année 2016 est de 23,5 tonnes (statistiques de la DGPA)
30	1	89,29	

III.8.- Analyse de la population virtuelle

III.8.1.- Capture en nombre et en poids

Les captures en nombre et en poids pour les deux sexes obtenus par le VIT sont rapportées dans le tableau 25.

Tableau 25.- Captures en nombre et en poids pour les femelles et les mâles d'*A. antennatus*.

Cantre de classe	Femelles		Mâles	
	Captures en nombre	Capture en poids (g)	Captures en nombre	Capture en poids (g)
16	46386,31	138973,87	87988,61	302690,05
18	231931,55	894336,89	263965,82	1168065,04
20	510249,41	2467418,3	439943,04	2439768,19
22	556635,72	3305875,39	879886,08	5974003,66
24	974112,52	6979504,47	615920,26	5045291,59
26	1066885,14	9089484,91	351954,43	3429631,48
28	927726,21	9282524,32	351954,43	3993522,05
30	1066885,14	12396790,3	87988,61	1147027,95
32	556635,72	7446122,45	-	-
34	324704,17	4957479,24	-	-
36	371090,48	6416051,78	-	-
38	324704,17	6316322,08	-	-
40	231931,55	5046330,42	-	-
42	185545,24	4490876,54	-	-
44	185545,24	4970722,68	-	-
46	510249,41	15044382,8	-	-
48	185545,24	6009320,57	-	-
50	231931,55	8207362,76	-	-
52	46386,31	1790432,99	-	-
54	92772,62	3885261,62	-	-
56	185545,24	8364425,62	-	-
Total	8813398,95	127500000	4443251,65	23500000
Age moyen (an)	1,325		1,55	
Taille moyenne (mm)	32,027		23,411	

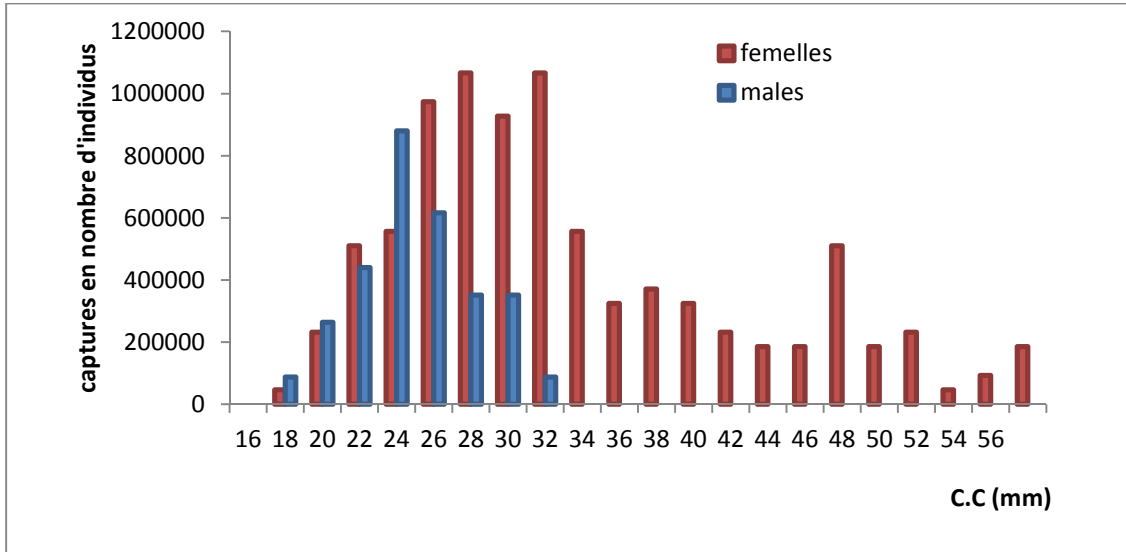


Figure 26.- Captures en poids en fonction de la taille de *A. antennatus* de la région centre d'Algérie

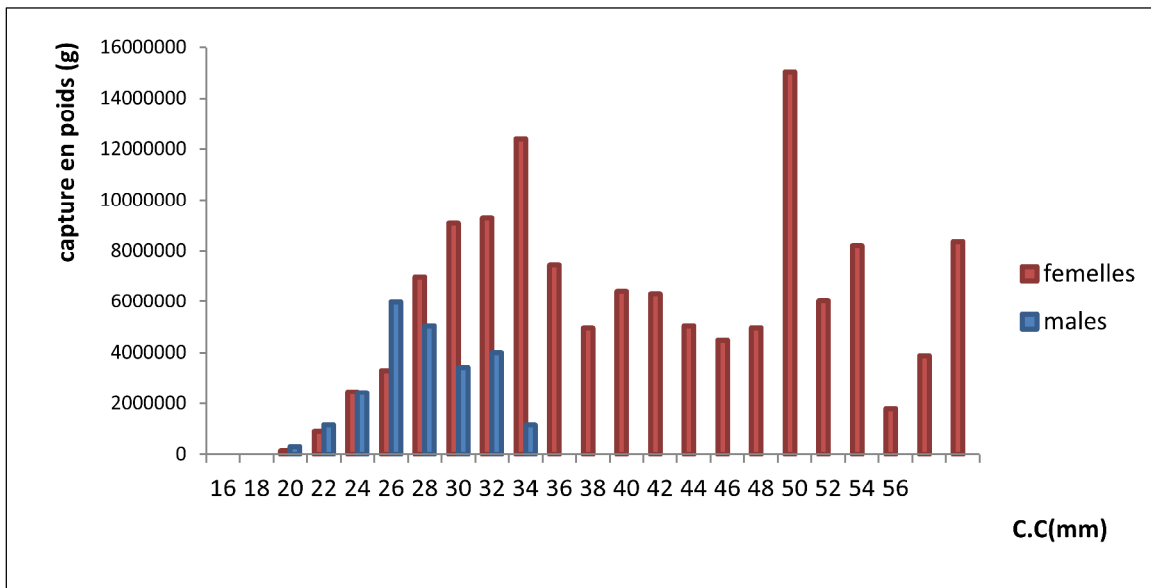


Figure 27.- Captures en poids en fonction de la taille d' *A. antennatus* dans la région centre d'Algérie

Les plus importantes captures sont concentrées dans la gamme de taille 24 mm et 30 mm pour les femelles et entre 20 mm et 24 mm pour les mâles.

les captures les plus faibles en nombre et en poids sont celles correspondant aux tailles inférieures à 20 mm et supérieures à 52mm pour les femelles, inférieur à 19mm et supérieur à 30 mm pour les mâles (**figures 26 et figure 27**).

L'exploitation de cette espèce se fait essentiellement sur une taille de 26mm et 30 mm pour les femelles correspondant à un âge de 0,69 et 0,80 ans et pour les mâles 22 mm (1 an). Du point de vue capture en poids, les femelles fournissent un plus important poids à 28 mm, c'est-à-dire à un âge de 0,75 an. Les mâles quant à eux, les captures en nombre et en poids sont plus considérables à 22 mm (1 ans).

La longueur moyenne et l'âge moyen de capture, estimée à **32,027**cm pour un âge de **1,325** ans pour les femelles , **23,41** mm avec un âge de **1,55** pour les mâles, demeure largement supérieure à la taille de première maturité sexuelle $L_m = 27,1$ mm (Kennouche 2009) pour les femelles et $L_m=20,25$ mm pour les mâles (Kennouche, 2009).

III.8.2.- Analyse de la Biomasse

La biomasse exploitable du stock d'*A. antennatus* dans la région centre d'Algérie est de **283,2** tonnes pour les femelles dont les classes de tailles vont de 16 mm à 56 mm et **27,21** tonnes pour les mâles dont les tailles vont de 16 à 30 mm (**tableau 26**).

La taille moyenne du stock est de **29,916** mm pour les femelles et de **21,061** mm pour les mâles correspondant à **1,187** an pour les premiers et à **1,235** an pour les seconds. Leur poids maximum virtuel correspond à environ **703872** individus avec **18,85** tonnes pour les femelles et **703633**individus avec **4,77** tonnes pour les mâles.

Tableau 26.- Biomasse obtenus par la VPA

Centre de classe	femelles		Males	
	Captures en Nombre	Captures en Poids (g)	Captures en Nombre	Captures en Poids (g)
16	1946916,72	5832982,98	877939,41	3020203,77
18	1910748,54	7367919,05	874097,98	3867937,42
20	1851921,46	8955355,52	833486,87	4622222,78
22	1775607,4	10545382,86	703633,12	4777330,78
24	1672131,98	11980805,53	522309,53	4278482,23
26	1537745,11	13101045,78	377043,6	3674113,74
28	1400826,05	14016206,29	203880,66	2313373,09
30	1256704,22	14602414,19	50860,47	663021,94
32	1131775,14	15139769,08	-	-
34	1050180,09	16033813,14	-	-
36	976720,26	16887223,12	-	-
38	899159,89	17490947,01	-	-
40	828863,56	18034283,76	-	-
42	766574,53	18553920,08	-	-
44	703872,67	18856618,61	-	-
46	592186,72	17460252,87	-	-
48	478396,98	15494015,23	-	-
50	388427,13	13745272,33	-	-
52	318185,07	12281404,77	-	-
54	260970,97	10929307,62	-	-
56	132532,32	5974589,73	-	-
Total	21880446,82	283283529,6	4443251,65	27216685,7
Age moyen du stock (an)	1,187		1,235	
Taille moyenne du stock (mm)	29,916		21,061	
Biomasse moyenne (tones)	283,2		27,21	

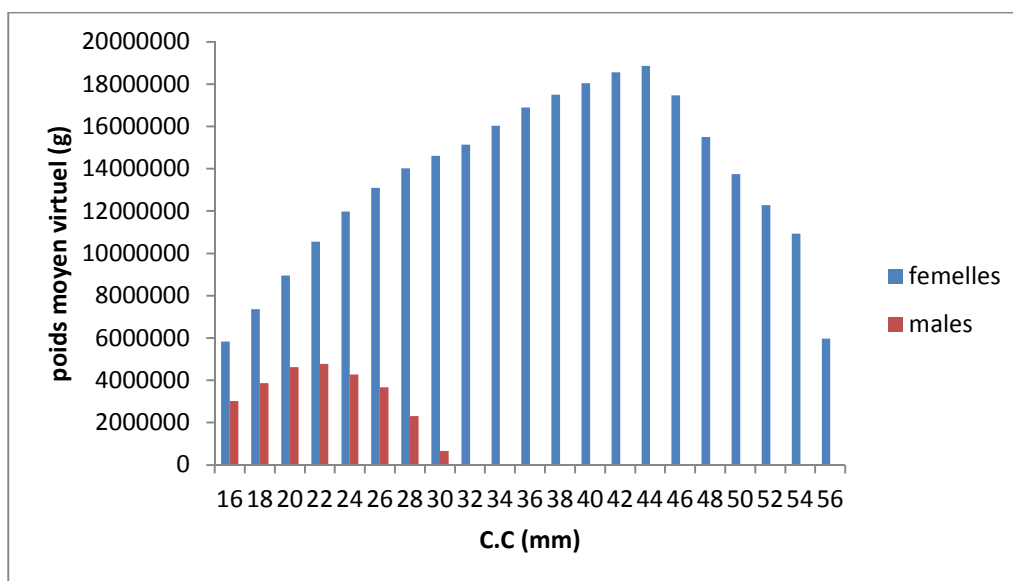


Figure 28.- Variation du poids moyen virtuel en fonction de la taille de la population d'*A. antennatus* dans la région centre d'Algérie.

La longueur et l'âge critiques du stock sont de **27,5 mm** et de **0,896 ans** pour les femelles et **19,5 mm** et **0,981 ans** pour les mâles. Dans un stock vierge, les femelles auront **37,5 mm** et **1,572 ans** pour taille et âge critique, pour les mâles, **21,5 mm** et **1,196 an** (**tableau 27**).

Tableau 27.- Données obtenus par la VPA (VIT)

Paramètre	Femelles	mâles
Age moyen du stock actuel (an)	1,187	1,235
Age critique du stock actuel (an)	0,896	0,981
Age critique du stock vierge (an)	1,572	1,196
Taille moyenne du stock actuel (mm)	29,916	21,061
Taille critique du stock actuel (mm)	27,5	19,5
Taille critique du stock vierge (mm)	37,5	21,5
Biomasse moyenne	283,283	27,21
Biomasse du stock mature (SSB) tonnes	27080,80	2287,39
Biomasse équilibrée (D) (tonnes)	314,46	40,10
B max /B moyen	42,04	79,79
Taux de renouvellement D/B moyen	111,01	147,34

L'âge critique et la taille critique du stock indiquent le moment où la biomasse du stock d'une cohorte est maximale et donc le temps t pour lequel l'exploitation peut être optimale (Dardignac, 1989).

Dans un stock donné si on veut tirer une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique. Dans le cas présent, pour les deux sexes, l'âge moyen des captures est supérieur à l'âge critique.

La taille moyenne du stock est supérieure à la taille critique du stock actuel pour les deux sexes.

III.8.3.- Analyse des mortalités par pêche

Les valeurs de la mortalité par pêche par classes de taille sont rapportées dans le tableau 28.

Tableau 28.- Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenue par la VPA

Centre de classe	F (femelles)	F (mâles)
16	0,024	0,1
18	0,121	0,302
20	0,276	0,528
22	0,313	1,25
24	0,583	1,179
26	0,694	0,933
28	0,662	1,726
30	0,849	1,73
32	0,492	-
34	0,309	-
36	0,38	-
38	0,361	-
40	0,28	-
42	0,242	-
44	0,264	-
46	0,862	-
48	0,388	-
50	0,597	-
52	0,146	-
54	0,355	-
56	1,4	-
F moyen (F') an-1	0,574	1,355
F global an-1	0,403	0,693

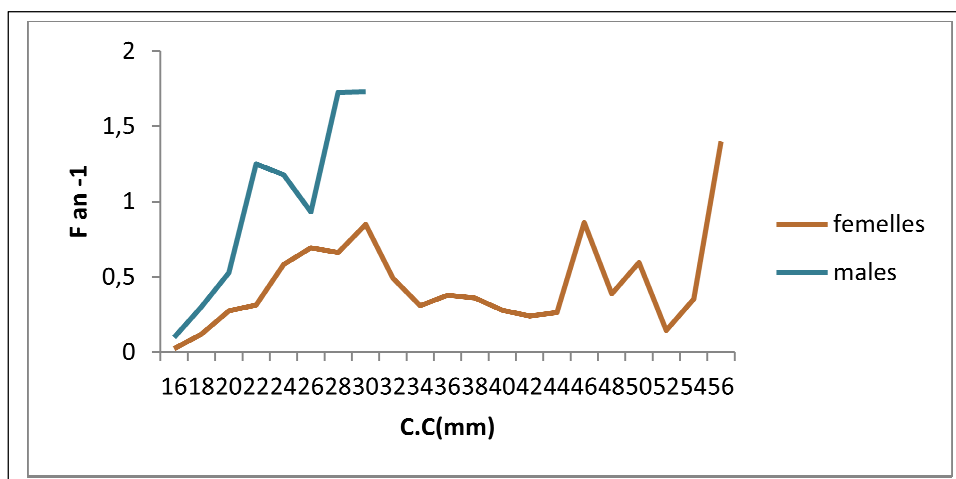


Figure 29.- Mortalité par pêche (F) virtuelle par classes de taille chez *A. antennatus* de la région centre d'Algérie obtenue par analyse virtuelle de la population (VPA).

Le F global est une valeur qui lie la capture annuelle totale au nombre moyen d'individus de la population, ceci équivaut à une mortalité moyenne par pêche pondérée par le nombre d'individus (Kennouche 2009).

La mortalité par pêche varie de **0,024** an^{-1} et **1,4** an^{-1} pour les femelles et **0,1** et **1,73** pour les mâles. Les valeurs de ce coefficient sont faibles entre 16 et 20mm pour les deux sexes.

La valeur de la mortalité moyenne par pêche (F'), est de **0,574** an^{-1} pour les femelles et de **1,355** an^{-1} pour les mâles avec un F_{global} de **0,403** an^{-1} pour les premiers et **0,693** an^{-1} pour les seconds. Cette mortalité ne sépare les deux sexes que par une faible valeur de **0,29** an^{-1} (**figure 29**)

III.8.4.- Biomasse totale équilibrée(D)

On entend généralement par situation d'équilibre des situations où toutes les cohortes présentes étaient de même effectif à l'âge de recrutement et ont toutes subi le même régime d'exploitation (Bouaziz, 2007).

La biomasse totale équilibrée d'*A. antennatus* des femelles de la région centre d'Algérie est de **314,46 tonnes** environ et celle des mâle **40,10 tonnes** (**figure 30**).

Pour cette crevette, cette biomasse s'accroît grâce au facteur croissance pondérale (**80,68%** pour les femelles et **56,8 %** pour les mâles). Les causes essentielles des pertes de

ponds sont le facteur pêche (**40,54%** pour les femelles et **58,6%** pour les mâles) et la mortalité naturelle (59,46 % pour les femelles et 41,4 % pour les mâles)

Le taux de renouvellement (Turnover) de cette espèce dans la zone étudiée représentant le rapport entre la biomasse totale équilibrée et la biomasse moyenne (D/Bmoy) est de **111,01%** pour les femelles et de **147,34%** pour les mâles. Ce résultat signifie un très bon renouvellement du stock.

Le rapport Bmax/Bmoy représente **42,04** pour les femelles et **79,79** pour les mâles, ceci reflète la contribution relativement importante de la biomasse produite par la classe de taille et âge critique du stock actuel (**27,5 mm**, et **0,896** an pour les femelles et **19,5mm** et **0,981** pour les mâles) par rapport aux autres classes de longueur. Le rapport Bmax/D donne la valeur de **37,87** pour les femelles et **54,15** pour les mâles, représentant la biomasse maximale exploitée (**283,28** tonnes et **27,21** tonnes) par rapport à la biomasse totale équilibrée.

La biomasse moyenne par recrue pour les femelles est estimée à **12,15** pour une valeur de **1161,482** g de la biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) et un rendement par recrue (Y/R) égale à **5,468g**. Concernant les mâles, la Bmoy/R est de **4,698g**, pour la valeur de la biomasse du stock reproducteur par recrue **394,852g** et un rendement par recrue de **4,057** g.

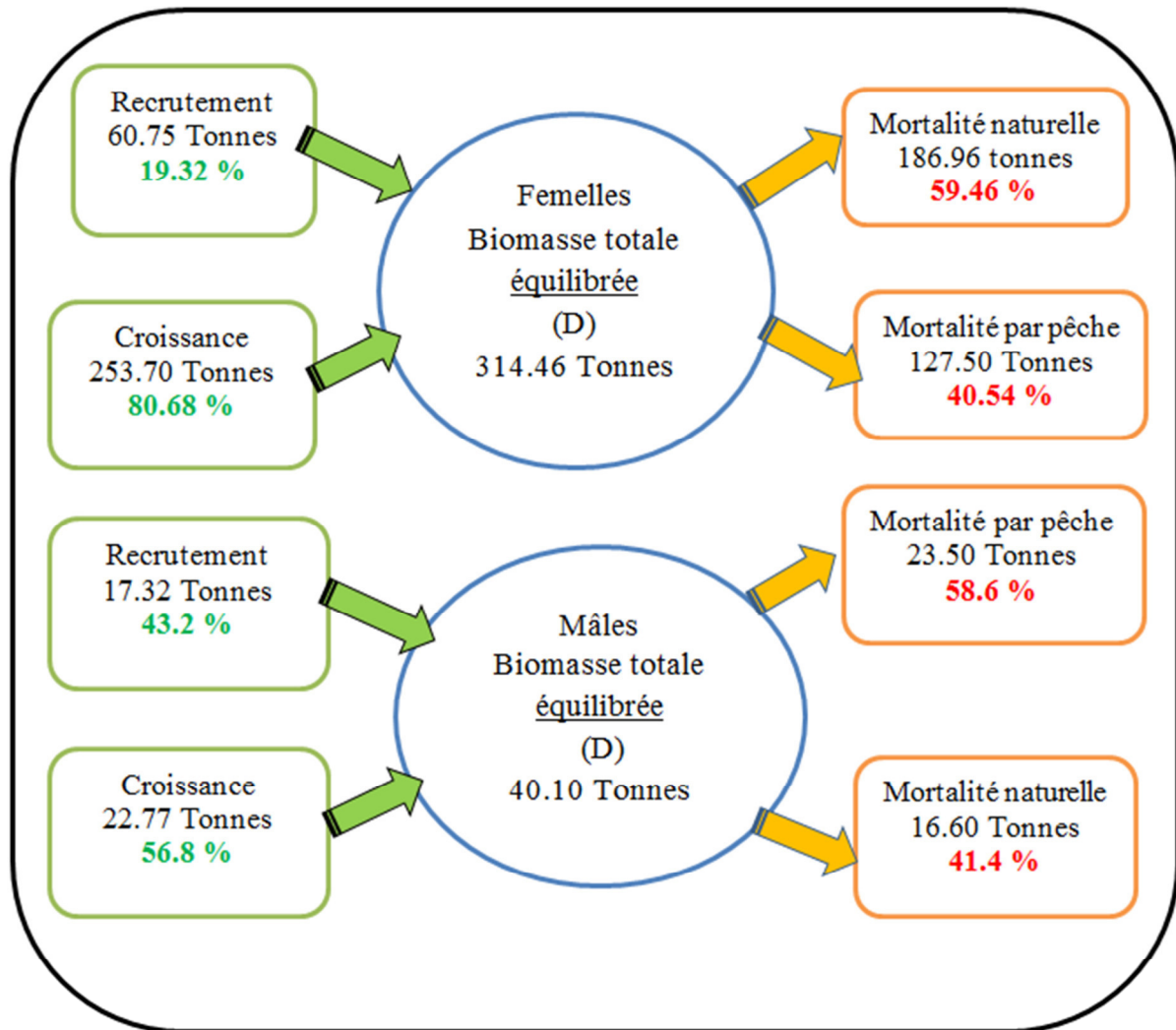


Figure30.- Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée d *A. antennatus* de la région centre d'Algérie

III.8.5.- Rendement et biomasse par recrue

L'analyse du rendement par recrue traité à l'aide du logiciel VIT, donne une estimation de la biomasse du stock vierge. Cette biomasse correspond à la valeur moyenne à long terme de la biomasse en l'absence de mortalité par pêche ($\Phi = 0$). Les biomasses vierges pour le stock des femelles et des mâles d'*A. antennatus* de la région centre d'Algérie sont estimées à **602,71** tonnes pour les femelles et **72,42** tonnes pour les mâles. Ce stock est considéré comme étant la capacité de pêche.

Pour les femelles, le rendement par recrue actuel (Y/R) est de **5,468g** pour un F de $1,225\text{an}^{-1}$ donnant une biomasse moyenne annuelle des survivants (B/R) de **12,15g**. Cette

situation est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de **6,211g** (**Tableau31**). Ceci reflète une sous exploitation ou une exploitation qui tend vers l'équilibre avec une situation qui se rapproche au seuil de MSY qui donne **6,269** g de B/R avec un F_{msy} de **2,45** (**figure 31**).

Pour les mâles, le rendement par recrue actuel est de **3,795** g avec un F de **0,7** an^{-1} , cette valeur est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de **4,265** g avec un F_{MSY} de **2,45**. Ceci reflète une sous exploitation (**figure 32**).

Caddy (1998), mentionne que le F_{MSY} , dit aussi le F_{Max} , à l'origine du MSY, fait partie des points limites de référence biologique, qui sont des valeurs maximales de mortalité par pêche ou des valeurs minimales de biomasse qui ne doivent pas être excédées. Dans le cas contraire, on considère que la capacité d'auto- renouvellement du stock est mise en danger.

Pour les mâles, Le F actuel est à un niveau intermédiaire entre le $F_{0,1}$ et le F_{MSY} .

Pour les femelles le F actuel est au même niveau que le $F_{0,1}$ et il inférieur à F_{MSY}

Tableau 29.- Evolution du rendement pondérale par recrue y/r et par biomasses b/y pour différentes valeurs du facteur d'effort de pêche (F')

Classe de taille	femelles			Mâles		
	Factor	Y/R	B/R	Factor	Y/R	B/R
0	0	0	25,85	0	0	12,502
1	0,175	1,884	22,209	0,175	1,973	9,637
2	0,35	3.193	19.256	0,35	2,966	7,811
3	0,525	4,112	16,838	0,525	3,496	6,58
4	0,7	4,762	14,839	0,7	3,795	5,709
5	0,875	5,223	13,173	0,875	3,973	5,064
6	1,05	5,551	11,774	1,05	4,083	4,569
7	1,225	5,783	10,591	1,225	4,154	4,178
8	1,4	5,946	9,582	1,4	4,199	3,86
9	1,575	6,058	8,718	1,575	4,229	3,598
10	1,75	6,132	7,973	1,75	4,247	3,377
11	1,925	6,178	7,326	1,925	4,258	3,189
12	2,1	6,203	6,763	2,1	4,264	3,026
13	2,275	6,211	6,269	2,275	4,265	2,885
14	2,45	6,208	5,835	2,45	4.264	2,76
15	2,625	6,195	5,451	2,625	4,26	2,65
16	2,8	6,175	5,11	2,8	4,255	2,551
17	2,975	6,151	4,806	2,975	4,248	2,462
18	3,15	6,122	4,535	3,15	4,241	2,381
19	3,325	6,091	4,291	3,325	4,233	2,308
20	3,5	6,058	4,071	3,5	4,225	2,242

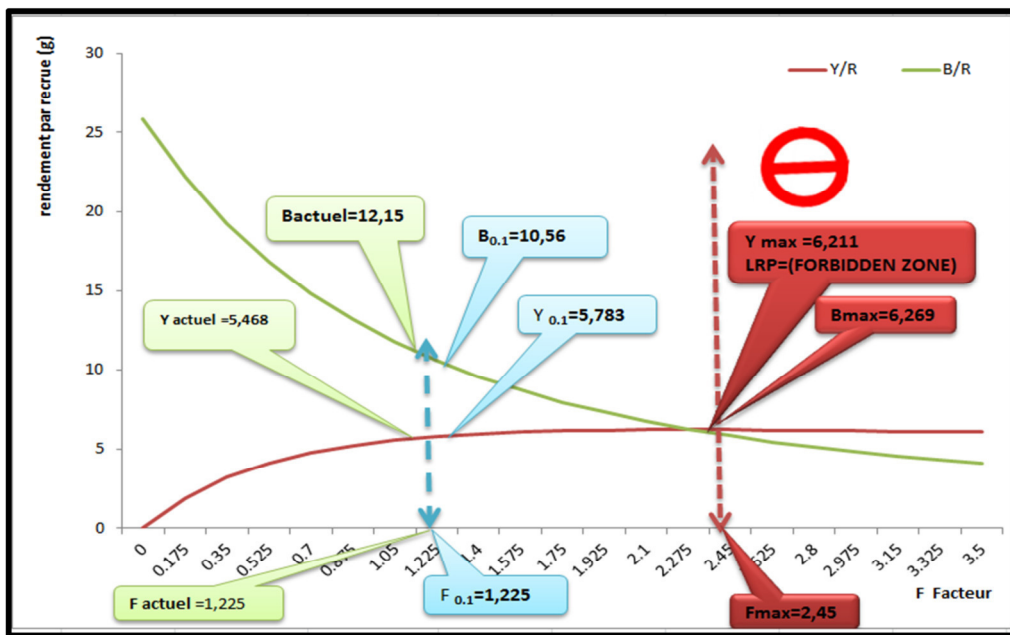


Figure 31.- Rendement par recrue, biomasse par recrue en fonction du facteur effort pour *A. antennatus* femelles (VIT4WIN)

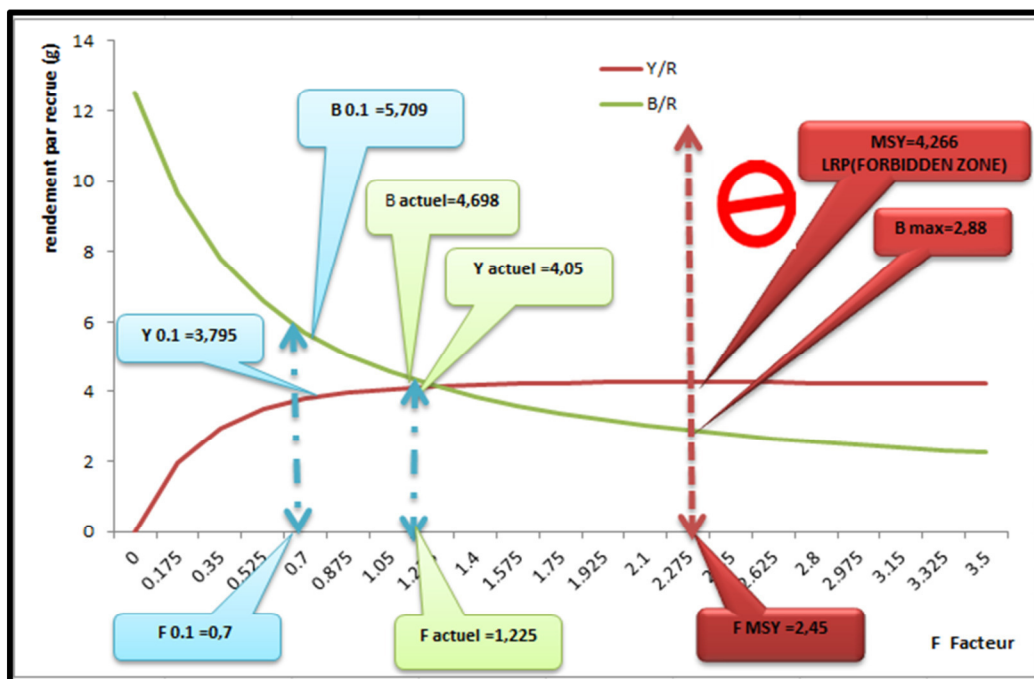


Figure 32.-Rendement par recrue, biomasse par recrue en fonction du facteur effort pour *A. antennatus* mâles(VIT4WIN)

LRP: "Limit Reference Points", points limites de référence biologique.

Y_{actuel}: rendement par recrue actuel correspondant à la mortalité par pêche actuelle (Factuel).

Y_{0,1}: rendement par recrue correspondant à la mortalité par pêche (F_{0,1}).

B_{actuel}: biomasse par recrue actuelle correspondant à la mortalité par pêche actuelle (Factuel).

B_{0,1}: biomasse par recrue correspondant à la mortalité par pêche (F_{0,1}).

MSY : production maximale équilibrée correspondant à la mortalité par pêche maximale (F_{max}).

B_{max}: biomasse maximale équilibrée correspondant à la mortalité par pêche maximale (F_{max}).

Tableau 30.- Rendements et biomasses par recrue en fonction de F de *A. antennatus* dans la région centre d'Algérie.

type de F	Femelles			Mâles		
	F(an ⁻¹)	Y/R(g)	B/R(g)	F(an ⁻¹)	Y/R(g)	B/R(g)
F(0)	0	0	25,85	0	0	12,502
F actuel	1,225	5,468	12,15	0,7	3,795	5,709
F(0.1)	1,225	5,783	10,591	1,225	4,057	4,698
F MSY	2,45	6,211	6,269	2,45	4,265	2,885

Discussion:

Après l'analyse de population virtuelle, la longueur moyenne des captures est de **32,027mm** pour les femelles correspondant à un âge de **1,325ans**. Pour les mâles, cette taille est de **23,411mm** pour un âge de **1,55 ans**.

La croissance est le facteur le plus important qui apporte un gain à la biomasse pour les deux sexes (**80,68 %** pour les femelles et **56,8 %** pour les mâles). La mortalité par pêche chez les femelles est inférieure de la mortalité naturelle. Le gain apporté par la croissance est le double de la perte causé par le facteur pêche (F) et la proportion du recrutement est presque la moitié de celle de la mortalité naturelle(M).

Chez les mâles, le gain apporté par la croissance d'une part est presque égale à la perte causé par le facteur pêche (F) et d'autre part, la proportion du recrutement est semblable à celle de la mortalité naturelle(M).

D'autre part, l'âge de capture doit être proche de l'âge de capture critique. Dans la présente étude, l'âge de capture (**1,325ans** pour les femelles et **1,55ans** pour les mâles) est nettement supérieur à l'âge critique donné par le VIT (**0,896ans** pour les premiers et **0,981** pour les seconds).

La quantité D/Bmoy dite « turnover » est de **111,01%** pour les femelles et **147,34%** pour les mâles indiquant que la biomasse moyenne du stock des survivants ou stock actuel représente le double pour les femelles et le double et demi pour les mâles de la biomasse totale équilibrée (D) , traduisant l'importance du renouvellement annuel de la biomasse du stock.

Gulland et Boerema (1973) ont proposé de limiter la mortalité par pêche (F) au $F_{0.1}$. Selon les recommandations de la FAO (1996), cette valeur de $F_{0.1}$ est acceptable comme point cible de gestion du fait qu'elle soit à l'origine d'une exploitation soutenable à long terme des stocks, avec la meilleure capture. Cette valeur serait de **1,225 an⁻¹** pour les deux sexes.

Le F_{msy} des mâles et des femelle (**2,45** pour les deux) est supérieur au F_{actuel} (**1,225 an⁻¹** pour les femelles et **0,7 an⁻¹** pour les mâles). Donc on a un état de sous exploitation du stock. Donc on préconise l'augmentation de l'effort de pêche sans dépasser le F_{MSY} .



CONCLUSION

Conclusion

Au terme de ce travail consacré essentiellement à l'étude de l'exploitation de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) dans la région centre d'Algérie, il nous a paru indispensable de rappeler nos principaux résultats.

Le calcul de la taille moyenne pour les deux sexes, a donné un résultat de **32,09 mm** de longueur céphalothoracique pour les femelles et de **23,55 mm** pour les mâles, l'écart réduit calculé ($\varepsilon = 9,65$) est supérieur à celui de la table (1,96), donc la différence entre les tailles des mâles et celles des femelles est significative au taux de sécurité de 95%. Cette différence de taille est en faveur des femelles.

L'étude du sexe ratio nous a permis de noter une dominance des femelles par rapport aux mâles avec un pourcentage de 84.44 % pour les premiers et 15.56% pour les deuxièmes.

Les paramètres de croissance de *A. antennatus* sont calculées à partir des fréquences de taille. Ces paramètres de croissance de van Bertalanffy diffèrent considérablement entre les deux sexes,

Les résultats de la relation taille-poids mettent en évidence une allométrie minorante. Ceci est confirmé par le test de l'écart réduit qui est toujours supérieur à celui de la table (1.96) traduisant donc que le poids croît moins vite que le cube de la longueur.

Les coefficients de mortalité ont été estimés à partir des paramètres de croissance Calculées dans la présente étude.

Les valeurs de la mortalité totale (Z) ont été estimés à partir de la méthode de courbe de capture linéarisée et le coefficient de mortalité naturelle (M) par la méthode de Pauly (1980), les valeurs de la mortalité par pêche (F) sont respectivement $1,4 \text{ an}^{-1}$ pour les femelles et $1,72 \text{ an}^{-1}$ pour les mâles .

La longueur moyenne et l'âge moyen de capture, estimée à **32,027cm** pour un âge de **1,325** ans pour les femelles , **23,41** mm avec un âge de **1,55** pour les mâles, demeure largement supérieure à la taille de première maturité sexuelle $L_m = 27,1 \text{ mm}$ (Kennouche 2009) pour les femelles et $L_m=20,25\text{mm}$ pour les mâles (Kennouche, 2009).

La taille moyenne du stock est de **29,916** mm pour les femelles et de **21,061** mm pour les mâles correspondant à **1,187** an pour les premiers et à **1,235** an pour les seconds

La longueur et l'âge critiques du stock sont de **27,5** mm et de **0,896** ans pour les femelles et **19,5** mm et **0,981** ans pour les mâles. Dans un stock vierge, les femelles auront **37,5** mm et **1.572** ans pour taille et âge critique, pour les mâles, **21,5** mm et **1,196** an

La valeur de la mortalité moyenne par pêche (F'), est de **0,574** an^{-1} pour les femelles et de **1,355** an^{-1} pour les mâles avec un F_{global} de **0,403** an^{-1} pour les premiers et **0,693** an^{-1} pour les seconds.

La biomasse totale équilibrée d'*A. antennatus* des femelles de la région centre d'Algérie est de **314,46 tonnes** environ et celle des mâle **40,10 tonnes** avec un taux de renouvellement de **111,01%** pour les femelles et de **147,34%** pour les mâles.

La biomasse moyenne par recrue pour les femelles est estimée à **12,15** g pour une valeur de **1161,482** g de la biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) et un rendement par recrue (Y/R) égale à **5,468g**. Concernant les mâles, la Bmoy/R est de **4,698g**, pour la valeur de la biomasse du stock reproducteur par recrue **394,852g** et un rendement par recrue de **4,057** g.

Pour les femelles, le rendement par recrue actuel (Y/R) est de **5,468g** pour un F de $1,225\text{an}^{-1}$ donnant une biomasse moyenne annuelle des survivants (B/R) de **12,15g**, pour les mâles, le rendement par recrue actuel est de **3,795** g avec un F de **0,7** an^{-1} , cette valeur est inférieur à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de **4,265** g avec un F_{MSY} de **2,45**

Les modèles analytiques indiquent un état de **sous exploitation** du stock de la crevette rouge dans la région centre d'Algérie car le rendement par recrue est inférieur à MSY. Donc on préconise une augmentation de l'effort de pêche.

Cependant, l'objectif de cette étude consiste à rechercher des éléments permettant de valoriser l'exploitation de cette espèce en raison de son intérêt économique. Notre étude reflète une période très limitée (3 mois), à faible quantité, il serait intéressant de l'étudier sur un cycle annuel pour compléter nos données pour une préservation et une bonne gestion de nos ressources halieutiques.

Références bibliographiques

- Beverton, R.J.H., Holt, S.J.** 1956- A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P.-V. Réun. CIEM, 140 : 67-83.
- Bhattacharya, C.G.** 1967-A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23 : 115-135.
- Bouaziz, A.** 2007- La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doct. D'état en science de la nature spécialité Océanographie 135p
- Cartes, J.E., Demestre, M.** 2003- Estimating secondary production in the deep water shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the Catalano-Balearic Basin (Western Mediterranean). J. Northw. Atl. Fish Sci. (31): 355-361
- Cau, A., Carbinell, A., Cristina follesa M., Mannini A., Norrito G., Orsi Relini L., Politou C.Y., Ragonese S., Rinelli P.** 2002- MEDITS – based information on the deep water red shrimp *Aristeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea = Decapoda : Aristeidae). Sci. Mar 66 (suppl 2):103-124p
- Dardignac, J.** 1989 - La pêche des juvéniles, ses effets sur la ressource et son renouvellement. Mag. Ress. Viv. Mer, IFREMER, Equinoxes, (26), 11-18.
- Demestre, M.** 1994 - Biology and demography of *Aristeus antennatus* in the Catalan Sea (NW Mediterranean). N.T.P.-I.T.P.P., special publication, 3: 17-18
- Demestre, M.** 1995- Moults activity-related spawning success in the Mediterranean deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda Dendrobranchiata). Mar. ecol. Prog. Ser. (127) :57-64
- Demestre, M., Fortuno, J.M.** 1992- Reproduction of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda Dendrobranchiata). Mar. Ecol. Progr. Ser. (84) :41-51
- Demestre, M., Leonart, J.** 1993- Population dynamics of *Aristeus antennatus* (Decapoda : Dendrobranchiata) in the North Western Mediterranean. Sci. Mar. 57 (2-3):183-189
- Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M., Brahmi, B.** 1993- Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean. Teleost's. NAGA, the ICLARM quart. : 35-37.

- FAO.** 2003. -Directives techniques pour une pêche responsable. Suppl. 2. Rome, FAO, N° 4.1-120.
- Fanelli, E., Colloca, F., Ardizzone, G.** 2007- Decapod Crustacean assemblages of the West Coast of Central Italy (Western Mediterranean). *Scientia Marina* 71(1): 19-28
- Garcia, S., Le Reste, L.** 1981- Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 203 : 215 p.
- Garcia-Rodriguez, M., Esteban, A.** 2001- Length composition, growth and reproduction off a Mediterranean red shrimp (*Aristeus antennatus*) (Risso, 1816) (Decapodes, Dendrobranchiata) population in the Alicante Gulf (SE Spain). *Rapp. Comm .int. Mer Medit.* (36)269p
- Gayanilo, J., Sparre, P., Pauly, D.** 1995- The FAO ICLARM Stock Assessment Tools User's guide. *FAO Comp. Inf. Ser. Fish.*, 8 : 129.
- Gayanilo, F.C, Sparre, P., Pauly, D.** 2005- Outils d'évaluation des stocks II. FAO Iclarm. Série informatique « pêche » 8 FAO. ISSN1020-3796
- Gulland, J.A.** 1969-Manuel of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.*, 4 : 154 p.
- Holtuis, L.B.** 1987- Crevettes. In : Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37, vol I. Végétaux et Invertébrés. Eds. W Fischer, M.-L. Bauchot et M.Scheider.
- Kennouche,H.** 2006- Ecologie , biologie et exploitation de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso , 1816) dans la région algéroise. Thèse. Mag. En science de la nature spécialité océanographie .USTHB 40 P
- Kheraz .A.**2006- Premières Données sur la Crevette Rouge, *Aristeus antennatus* (RISSO, 1816) de la région Oranaise. Thèse. Mag. En science de l'environnement 35p
- Bouaziz, A.** 2007- La sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. Thèse Doct. D'état en science de la nature spécialité Océanographie 135p
- Lleonart, J., Salat, J.** 1997- VIT : software for fishery analysis. User's manuel. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 1997].
- Merbah, S.** 2002- Indices de croissance et l'exploitation de deux espèces de crevettes profondes: *Aristeus antennatus* (Rissi, 1816) et *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) des côtes algériennes (Région centre).Mém. Ing. USTHB.71p

- Nouar, A.** 2001- Bio-écologie de *Aristeus antennatus* et de *Parapenaeus longirostris* de la côte algéroise. CIESM. 36
- Papaconstantinou, C., Kapiris, K.** 2001- Distribution and population structure of the red shrimp (*Aristeus antennatus*) on an unexploited fishing ground in the Greek Ionian Sea. Aqua.Living Ressour. 14:303-312.
- Pauly, D.** 1980- On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM, 39 (2) : 175-192.
- Pauly, D.** 1984 a- Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev., 8 : 325 p.
- Pauly, D.** 1984 b- Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II). ICLARM Fishbyte, 2 (1) : 9-17.
- Pauly, D., Munro, J. L.** 1984- Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM Fishbyte, 2 (1) : 21.
- Quero, J.L., Vayne, J.J.** 1992- Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. 3ème partie. IFREMER www.Ifremer.fr/docelec
- Sardà, F., Cartes, J.E.** 1993 – Relationship between size and depth in decapod crustacean populations on the deep slope in the Western Mediterranean. Deep-Sea Research, 40 (11/12): 2389:2400.
- Schwartz, D.** 1983- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed., 3ème ed., 7ème tirage :318 p.
- Sparre, P., Venema, S. C.** 1996- Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Prem. part. Manuel. FAO Doc . tech. pêches. 306 (1) : 401 p.
- Taylor, C. C.** 1960- Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. J. Cons. CIEM, 26 : 117- 124.
- Zariquiey-Álvarez, R.** 1968 - Crustáceos Decápodos Ibéricos. Invest. Pesq., 32: 510pp.