

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie « HOUARI BOUMEDIENNE »



Faculté des Sciences Biologiques

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER
En : Science de la Nature
Spécialité: Océanographie Biologique et Environnement Marin
Ecologie et Environnement marin

Par

Par : Hanane Kennouche-Bradai

Sujet

Ecologie, biologie et exploitation de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) dans la région algéroise

Soutenu publiquement le 01/02/2009, devant le jury composé de :

M ^{ME} .	C. REBZANI-ZAHAF	Maitre de Conférences	FSB / USTHB	Présidente
M.	A. NOUAR	Maitre de Conférences	FSB / USTHB	Directeur de thèse
M.	K. HARCHOUCHE	Maitre de Conférences	FSB / USTHB	Examineur
M.	F. HEMIDA	Maitre de Conférences	ESSMAL	Examineur

Écologie, biologie et exploitation de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) dans la région algéroise

H. Kennouche-Bradai. Laboratoire Halieutique, faculté des Sciences biologique, USTHB

Résumé :

Cette étude, basée sur des données et observations récoltées à partir des apports de la pêche commerciale de la région d'Alger ainsi que celles issues des prospections effectuées par le navire océanographique « Visconde de Eza » lors de la campagne de coopération algéro-espagnole, apporte des éléments sur la répartition, l'écologie, le régime alimentaire, la reproduction, la croissance et l'exploitation d'une espèce Aristeide : *Aristeus antennatus* des fonds chalutables des côtes algéroises.

Cette espèce est présente dans tous les secteurs de l'activité de pêche en Algérie sur des fonds de vase profonde à *Isidella elongata* entre 200 et 1000 mètres. Elle est pêchée au chalut avec un rendement moyen horaire de 5 Kg/h correspondant à une moyenne de 473 individus. Sa faune associée est composée de certaines espèces de poissons d'intérêt commercial, de Crustacés et de Mollusques. Son régime alimentaire est varié avec les Vers, les Foraminifères, les Mollusques et les Crustacés comme proies préférentielles.

A. antennatus présente une ponte estivale avec une taille de première maturité de 27.1mm pour les femelles et de 20.7mm pour les mâles. Les paramètres de croissance (du modèle de Von Bertalanffy) de chaque sexe déterminés par analyse de structure d'âge (Petersen) et analyse de structures de taille (Powell-Wetherall) sont proches et comparables à ceux obtenus par d'autres auteurs en Méditerranée.

Le coefficient de mortalité totale, naturelle et par pêche ainsi que la taille de sélection obtenues par méthode statistique, ont servi à l'application du modèle analytique de Beverton et Holt ainsi que l'analyse des populations virtuelle (par le logiciel VIT). Ces méthodes indiquent un niveau optimal d'exploitation avec une situation de surexploitation pour les femelles de *A. antennatus* aux zones de pêche actuelles située principalement entre 200 et 400 mètres de profondeur.

Mots-clés :

Aristeus antennatus – Méditerranée – Alger – Écologie – Biologie – Faune associée – Régime alimentaire – Croissance – Exploitation.

Avant propos

*J*e tiens à remercier sincèrement Mr Ahmed Nouar, maitre de conférences à la faculté des sciences biologiques de l'USTHB et directeur du laboratoire Halieutique, d'avoir accepté d'être mon encadreur pour cette thèse. Difficile de trouver les mots pour lui transmettre toute ma reconnaissance. Ces deux années passées à ses côtés me laisseront une trace indélébile d'un point de vue scientifique mais également humain. Je tiens à le remercier de m'avoir ouvert ses armoires et de m'avoir enrichi avec ses critiques constructives. J'espère être digne de la confiance qu'il a pu m'accorder. Sa rigueur scientifique, et sa disponibilité constitueront pour moi un exemple que je tacherai de ne pas oublier.

J'exprime ici mes respectueux remerciements à Mme Rebzani-Zahaf, maitre de conférences à la faculté des sciences biologiques de l'USTHB et directrice du laboratoire biologie marine, qui me fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur Harchouche maitre de conférences à la faculté des sciences biologiques de l'USTHB d'avoir accepté de faire partie du jury pour la lecture et la critique de ce travail de thèse. Mes remerciements vont aussi à Monsieur Hemida, maitre de conférences à l'ESSMAL, pour ses conseils et pour avoir bien voulu examiner cette thèse.

Je tiens à remercier le Ministère de la pêche et des ressources halieutiques pour sa collaboration et son aide. Grâce à qui, il nous a été possible de procurer les données de la campagne algéro-espagnole ainsi que les statistiques de pêche de la wilaya d'Alger.

Je n'oublierai pas le soutien et l'aide de Mme la Directrice de la pêche et des ressources halieutique de la wilaya d'Alger, Mme Yasmine Khazem, qui m'a permis de poursuivre mes études et réaliser un rêve tant espéré. Je la remercie chaleureusement.

Merci à Mr. El Aid de « la pointe pescade » qui ma aidé et m'a apporté le matériel biologiques nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Ma sincère reconnaissance à Monsieur le Directeur du CNRDPA de m'avoir ouvert ses portes, ainsi qu'à son service halieutique et spécialement Mr Bennoui Azzeddine et M^{elle} Tifoura Amina pour leur appui et leur encouragements.

Mes vifs remerciements vont à Mme le chef de laboratoire de sciences du sol de l'INRAA-Baraki, Mme Boulahbel pour m'avoir prêté une main forte et de m'avoir ainsi permis de réaliser mes mesure au niveau de son laboratoire.

Je n'oublierai pas de remercier ceux qui m'ont apporté leur aide pour l'identification des proies ingérées, je citerai : Mr. Grimes, Mr. Bakalem, Mr. Derbal, Mr. Cartes ainsi que Mme Rebzani et le personnel de son laboratoire.

Une pensée spéciale va à M^{elle} Aïnouche Nawel, avec qui j'ai partagé d'inoubliables moments au port de Bou Haroun et au port d'Alger dès 4h du matin pour nos thèses.

Enfin que tous ceux qui ont, par leur aide et leur amitié, contribué à la réalisation de ce travail, puissent trouver ici, l'expression de ma profonde estime.

Si je devais dédier ce travail, ce que je fais, ce serait bien sur à mes parents. Je ne peux que les remercier de m'avoir laissé prendre les décisions que j'estimais ou voulais bonnes, et surtout de n'avoir jamais douté même dans les moments difficiles. Saint Augustin vous a sûrement inspiré, lui qui disait : « *celui qui se perd dans sa passion a moins perdu que celui qui a perdu sa passion* ». Pour m'avoir laissé connaître les miennes, trouvez ici mes remerciements et l'expression de mon amour.

À mon mari qui ma beaucoup soutenu dans les moments difficiles, encouragé et aidé à poursuivre ce travail. Qu'il trouve ici toute ma profonde gratitude.

Sommaire

	Page
Introduction générale	1
Chapitre 1 . Données générales	3
1.1. Systématique	3
1.2. Distribution de l'espèce	6
1.2.1. Distribution géographique	6
1.2.2. Distribution bathymétrique	6
1.2.3. Distribution spatio-temporelle et changements saisonniers	7
1.2.4. Caractéristiques de l'habitat et facteurs environnementaux dominants	7
1.3. Récolte et traitement des données	8
1.3.1. Sources des données	8
1.3.1.1. Echantillonnage de la pêche commerciale	8
1.3.1.2. Compagne "Visconde de Eza"	9
1.3.2. Traitement des échantillons	9
Chapitre 2 . Ecologie	11
2.1. Répartitions	11
2.1.1. Répartition géographique	11
2.1.1.1. Fréquence par zone	11
2.1.1.2. Abondance par zone	11
2.1.1.3. Répartition des tailles par zone	12
2.1.2. Répartition bathymétrique	13
2.1.2.1. Fréquence et abondance par tranches de profondeur	13
2.1.2.2. Répartition des tailles par tranches de profondeur	14
2.2. Faune associées	16
2.2.1. Méthode d'étude	16
2.2.2. Résultat et discussion	17
Chapitre 3. Régime alimentaire et condition	23
3.1 Régime alimentaire	23
3.1.1. Matériel et méthodes	23
3.1.2. Résultats	24
3.1.2.1. Aspect qualitatif du régime alimentaire	24
3.1.2.2. Aspect quantitatif du régime alimentaire	25
3.1.2.2.1. Indice de fréquence des proies	26
3.1.2.2.2. Evolution saisonnière des contenus stomacaux	26

3.1.2.2.3. Variation en fonction de la taille et du sexe	27
3.1.2.3. Coefficient de vacuité	30
3.1.2.4. Indice de réplétion	30
3.1.3. discussion	31
3.2. Coefficient de condition	32
3.2.1. Résultat et discussion	33
Chapitre 4 . Reproduction	35
4.1. Etude du sex-ratio	35
4.1.1. Sex-ratio en fonction de la taille	35
4.1.2. Evolution mensuelle du sex-ratio	38
4.1.3. Evolution saisonnière du sex-ratio	38
4.2. Etude de la maturité sexuelle	39
4.2.1. Suivi de la maturité sexuelle	39
4.2.2. Taille à la première reproduction	40
Chapitre 5 . Croissance	43
5.1. Croissance linéaire	43
5.1.1. Etude de la croissance par analyse de structure d'âge	43
5.1.1.1. Analyse des distributions de fréquences de taille	44
5.1.1.2. Résultats de la méthode indirecte	44
5.1.1.3. Expression mathématique de la croissance	44
5.1.1.3.1. Modèle utilisé	44
5.1.1.3.2. Détermination des paramètres de croissance	49
5.1.2. Etude de la croissance par analyse des structures de taille	49
5.1.2.1. Méthodes utilisés	49
5.1.2.2. Résultats de l'analyse des structures de taille	50
5.1.2.3. Choix des paramètres de croissance	51
5.2. Croissance relative	53
5.2.1. Etablissement des différentes relations	53
5.2.2. Croissance pondérale	54
Chapitre 6 . Exploitation	55
6.1. Mortalités	55
6.1.1. Méthodes d'étude	55
6.1.1.1. Estimation de la mortalité totale (Z)	55
6.1.1.2. Estimation de la mortalité naturelle (M)	56
6.1.1.3. Estimation de la mortalité par pêche (F)	56

6.1.2. Résultat des différents coefficients de mortalité	57
6.1.2.1. Coefficient de mortalité totale (Z)	57
6.1.2.2. Coefficient de mortalité naturelle (M)	58
6.1.2.3. Coefficient de mortalité par pêche (F)	58
6.2. Recrutement et sélection	58
6.2.1. Méthode d'étude	59
6.2.2. Résultats	59
6.3. Approche analytique de l'exploitation	60
6.3.1. Evaluation du rendement par recrue	60
6.3.1.1. Modèles utilisés	61
6.3.1.2. Résultats et discussion	62
6.3.2. Analyse virtuelle de population	67
6.3.2.1. Modèle utilisé	67
6.3.2.2. Résultats et discussion	69
6.4. Les apports de pêche chalutière de la région algéroise	73
Conclusion générale	75
Références bibliographiques	77
Annexes	

Introduction générale

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).

Selon les statistiques officielles obtenues auprès du ministère de la pêche, depuis 1980 à ce jour les apports en crevettes sont en moyenne de l'ordre de 3000 tonnes par an, représentant environ 4% de la production totale annuelle. Malgré ce faible apport relatif en quantités débarquées, la valeur économique des crevettes est assez élevée : elle représente environ 10% de la valeur globale.

Pour l'application d'un aménagement efficace et d'une exploitation rationnelle il est indispensable de définir des objectifs clairs à atteindre et de mettre en place les structures permettant une application pratique des mesures retenues. Dans le cas de l'exploitation de la crevette rouge, divers objectifs sont théoriquement envisageables : la conservation de la ressource à long terme, les maximisations de la production physique, de la valeur totale des captures, du produit économique net, la diminution des coûts de production (consommation de carburant par exemple), les améliorations de la condition économique et sociale, de l'exploitation des espèces secondaires et de la rentabilité des chalutiers par réduction de la destruction des juvéniles.

En pratique, la politique d'aménagement est définie à la lumière des connaissances scientifiques et des objectifs du moment en gardant à l'esprit que les données biologiques et économiques nécessaires sont rarement totalement disponibles, suffisamment précises ou même exactes. Parmi les mécanismes élémentaires de l'aménagement basés sur quelques principes fondamentaux, les caractéristiques du stock exploité de *A. antennatus* sont à déterminer dans cette étude.

Aristeus antennatus (Risso, 1816) préfère des fonds de vase très peu sableuse à *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 intéressés à la région algéroise (Algérie centrale) située entre 02° et 04° est de longitude.

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.

Ainsi, ce travail visant principalement à situer l'exploitation actuelle et optimale de *A. antennatus* des côtes algériennes et en particulier de la région algéroise se consacre également à l'écologie et à la biologie dont certains paramètres sont indispensables aux modèles d'exploitation utilisés. Il nous est apparu pratique de présenter cette étude en six chapitres.

Le chapitre premier définit la systématique ainsi que la distribution générale de l'espèce, à partir d'une synthèse bibliographique des travaux réalisés en Méditerranée.

Le deuxième chapitre, basé sur les données collectées lors de la campagne algéro-espagnole « Visconde de Eza », s'intéresse à l'écologie de la crevette rouge en tentant de situer sa fréquence et son abondance par zone et par tranche de profondeur ainsi que de déterminer sa faune associée.

Les autres chapitres traitent, à partir de données et observations personnelles tirées de la pêche commerciale, le régime alimentaire, la reproduction, la croissance et l'exploitation de l'espèce sur les fonds chalutables des côtes algéroises :

- le troisième chapitre étudie le régime alimentaire en tenant compte du sexe et de la taille des individus ainsi que des variations saisonnières,
- le chapitre suivant est consacré à l'étude de la reproduction de l'espèce afin de déterminer, principalement, la taille de maturité et la période de ponte,
- le cinquième chapitre aborde la problématique de la croissance à travers une analyse des structures d'âge et de taille pour définir différents paramètres et les comparer à ceux d'autres travaux effectués en Méditerranée,
- le dernier chapitre propose de conclure sur le niveau d'exploitation de l'espèce à partir de modèles analytiques qui nécessitent, pour leur application, la détermination de certains paramètres spécifiques.

Les enseignements tirés de cette étude qui veut participer à élargir le champ des connaissances des ressources halieutiques méditerranéennes fournissent plus d'informations relatives à cette crevette largement exploitée œuvrant à l'amélioration des rapports entre l'intérêt scientifique des recherches et leurs conséquences pratiques. Cette double ambition qui a guidé nos travaux voudrait trouver dans les développements qui suivent les arguments qui confortent l'opportunité et la pertinence de cette voie.

Chapitre 1. Données générales

1.1. Systématique

Notre travail porte sur une espèce de la famille des Aristeidae appelée *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), commune en Algérie sous les noms de crevette rouge ou crevette royale.

La position systématique de cette espèce est définie à partir de différents travaux notamment ceux de Duvernoy (1840), Bowman et Abele (1982) et Holtuis (1987).

Faisant partie des Arthropodes (appendices articulées), ces invertébrés appartiennent à la sous-classe des Malacostracés, crustacés supérieurs dont la tête est soudée au thorax et distinct de l'abdomen avec des appendices thoraciques biramés.

Le super ordre des Eucaridés compte deux ordres : les Euphausiacea et les Decapodes.

Les décapodes se distinguent par la présence d'appendices thoraciques comprenant trois paires de pattes-mâchoires et cinq paires de pattes locomotrices. L'estomac comporte un appareil masticateur (moulin gastrique) formé de pièces chitineuses très mobiles. Les branchies sont portées par les pattes thoraciques et protégées, de chaque côté du corps par un repli de la carapace délimitant la chambre branchiale.

Le sous-ordre des Dendrobranchiata est représenté par des crustacés décapodes dont les branchies sont constituées d'un axe ramifié de manière complexe.

Ce sous-ordre est représenté par deux super familles : les Sergestoidea et les Penaeoidea. Ce dernier est constitué principalement d'espèces marines représentant un groupe très ancien des crustacés décapodes, considérés comme les décapodes les plus primitifs, comme le montre la structure du moulin gastrique, des branchies et des spermatozoïdes. Le bord antérieur de chaque segment est recouvert par le segment précédent et le sixième et dernier segment abdominal est dorsalement caréné. Les Penaeoidea renferment cinq familles : les Aristeidae, les Benthosycymidae, les Penaeidae, les Sicyoniidae et les Solenoceridae.

La famille des Aristeidae est représentée par des crevettes d'eaux profondes qui se caractérisent par un pédoncule oculaire avec un tubercule distinct sans écaille basale. Leur corps est lisse parfois mou. Les pleures du premier segment abdominal chevauchant celui du deuxième. La troisième paire des périopodes est plus longue mais pas plus robuste que les autres, la quatrième et cinquième paires de périopodes sont bien développées (Holtuis, 1987).

Deux espèces sont démersales dans cette famille : *Aristeus antennatus* et *Aristeomorpha foliacea*. L'espèce *Genadas elegans* est quant à elle pélagique.

Le genre *Aristeus* décrit par Duvernoy (1840) inclu 5 espèces *A. alcocki* Ramadan, 1938, *A. varidens* Holtuis, 1952; *A. antillensis* A. Milne Edwards et Bouvier, 1909, et *A. virilis* (Bate, 1881), mais seulement *A. antennatus* se trouve en Méditerranée.

Aristeus antennatus 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 grands 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 aux femelles (Zariquiey-Álvarez, 1968). La carapace ne contient pas d'épine hépatique ni de carène. Le sillon cervical est court n'atteignant pas la région dorsale. L'exopodite du deuxième maxillipède pas plus long que le maxillipède lui-même.

La coloration de cette espèce est rouge pâle à vif avec une tonalité bleuâtre sur la carapace. La taille maximale totale est de 22 cm et commune à 10-18 cm (Holthuis, 1987) de longueur totale.

Le mâle présente le « pétasma » 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. 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. C'est dans cet espace que se plaque le coagulum à demi solide qui se formerait au moment de la copulation. Ce coagulum d'un gris clair est creusé de quatre dépressions, deux petits en avant et deux plus profonds en arrière (Argilas, 1929).

Seulement deux synonymes ont été reportés à cette espèce: *Penaeus antennatus* Risso, 1816 et *Aristeus antennatus* Bouvier, 1908.

La taxonomie de l'espèce étudiée, représentée sur la Figure 1.1, se définit par :

Embranchement : Arthropodes
Sous-embranchement : Crustacés
Classe : Malacostracés
Sous-classe : Eumalacostracés
Super-ordre : Eucaridés
Ordre : Décapodes Latreille, 1806
Sous-ordre : Dendrobranchiata Bate, 1888;
Super-famille : Penaeoidés Rafinesque, 1815;
Famille: Aristaeidés Wood-Mason, 1891
Genre : *Aristeus* **Duvernoy, 1840**
 espèce : *antennatus* (Risso, 1816)

Cette espèce est connue sous les noms de blue and red shrimp en anglais, de gamba rosada en Espagne, de gambero viola en Italie, de Gambli rossi à Malte et de crevette rouge en France.



Figure 1.1. Dimorphisme sexuel chez *Aristeus antennatus*
(en haut : femelle, en bas : mâle)

Cette espèce fait l'objet de pêche chalutière semi-industrielle ou artisanale. Régulièrement présente sur le marcher d'Espagne, d'Algérie, du Maroc et de la mer Ligurienne, occasionnellement à rarement ailleurs. Possédant une chair très appréciée, elle est commercialisée fraîche, réfrigérée ou congelée (Holtuis, 1987).

1.2. Distribution 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 in Fanelli et al., 2007).

1.2.1. Distribution géographique.

Selon les travaux de 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 (Laubier, 1986). Elle est très abondante en Méditerranée de l'ouest entre l'Espagne et l'Afrique du Nord.

1.2.2. Distribution bathymétrique.

Démersale au dessus des fonds vaseux (vase profonde à *Isidella elongata* (Heldt, 1954)), *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 selon Sardà et al., (2004). Elle effectue d'importants déplacements passant de 150 mètre la nuit (même 80 m (Nouar, 2001)) à plus de 800 mètre le jour (Holthuis, 1987).

Tudela et Simard (2004) indiquent que cette espèce fréquente la tranche 1000 à 1600 mètres, le second pic de biomasse se fait entre 1300 et 1500 mètres.

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.

Il existe une variation du sex-ratio en fonction de la profondeur chez *A. antennatus*. En effet, des études menées sur les modèles de distribution des tailles avec la profondeur ont été menées. Il indiquant que la plus large proportion d'individus se situe à une profondeur inférieure à 800 mètres, elle est constituée majoritairement de femelles adultes. Les petits individus dont la longueur céphalothoracique est inférieur à 20 mm, fréquentent des profondeurs supérieurs à 1000 mètres, tandis que ceux dont le céphalothorax ne dépasse guère les 15mm, sont à plus de 1500 mètres (Maurin, 1960 ; Sardà et Cartes, 1993 ; Sardà et al., 2003 ; Sardà et al., 2004).

1.2.3. Distribution spatio-temporelle et changements saisonniers

L'abondance reste dépendante de la région et de la distribution verticale saisonnière. Dans ce contexte, Morales-Nin et *al.* (2003) notent que la distribution de cette espèce peut être influencée par les aspects trophiques et autres facteurs biologiques comme la physiologie (organes sensorielles et adaptation à la profondeur) ainsi que les caractéristiques biologiques comme la possibilité de dispersion de l'espèce.

A. antennatus peut changer de lieu à travers l'année (Garcia-Rodriguez et Esteban, 1999). Elle suit une mobilité saisonnière bien définie (Sardà et *al.*, 1997 et 1994 ; Kapiris et *al.*, 2001); à la fin de l'hiver et au printemps, elle est plus abondante autour de 800 mètres de fond sur les côtes catalanes. En automne et au début de l'hiver une large fraction de la population se déplace dans les canyons sous marins les rendant moins accessibles au chalut. Cette espèce forme des agrégations saisonnières entre la fin de l'hiver et le début de l'été (Sarda et *al.*, 2003) au milieu de la pente continentale entre 400 et 900 mètres.

Le comportement de cette crevette est supposé benthique, mais les fortes variations de rendement au chalut de fond en fonction des saisons, des heures et des phases lunaires, laissent supposer que cette crevette n'est pas en permanence sur le fond. L'observation directe par plongée rapportée par Quero et Vayne (1992), a permis de constater qu'elle nage au-dessus du fond et qu'elle « fuit vers le haut » lorsqu'elle est importunée, ce fait a aussi été rapporté par Relini et *al.*(2000) qui ont noté que cette crevette planait au dessus du fond à 1m ou 2m ; leur réaction de fuite se fait dans la colonne d'eau, ce qui démontre leur grande habilité à la nage. Ce comportement de mobilité, qui est fonction du sexe et de la taille, n'est pas commun chez les espèces des eaux profondes.

Plusieurs modèles de pêche suggèrent que ces crevettes sont capables d'effectuer des migrations verticales et horizontales (Relini et Orsi Relini, 1987 ; Sardà et *al.*, 1997). Selon Relini et *al.* (2000), en un mois, les femelles peuvent effectuer au moins une distance de 10 miles nautique.

1.2.4. Caractéristiques de l'habitat et facteurs environnementaux dominants.

A. antennatus se localise sur des substrats vaseux (Ribeiro-Cascalho, 1988). Elle accuse une distribution sporadique liée à la géomorphologie comme les canyons qui constituent un habitat essentiel pour le cycle de vie de certaines espèces. On y trouve une plus grande densité et un meilleur taux de recrutement pour la macro et la méga faune (Fanelli et *al.*, 2007, Garcia-Rodriguz et Esteban, 1999).

Le bassin ouest méditerranéen se caractérise par une température stable de 13°C, 13.5°C (Maynou et cartes, 1997) toute l'année avec une salinité de 38.5, 38.6 au dessous de 150 mètres (Hopkins 1985, in Tudela et Simard, 2004). *A. antennatus* habite les eaux froides (Lagardère, 1971), préférant l'eau septentrionale supérieure et inférieure (12.8°C) (Ghidalia et Bourgeois, 1961).

1.3. Récolte et traitement des données.

1.3.1. Sources de données.

Les données utilisées dans notre étude proviennent de trois sources :

- L'échantillonnage effectué au moment des débarquements dans les ports d'Alger et de Bou Haroun,
- La campagne de prospection algéro-espagnole du navire océanographique « Vizconde de Eza ».
- Les statistiques de pêche provenant des offices de pêche.

1.3.1.1. Echantillonnage de la pêche commerciale.

Les données et observations récoltées lors de cet échantillonnage ont permis de suivre l'évolution des caractéristiques biologiques de l'espèce notamment la maturité sexuelle, la croissance, la biométrie ainsi que le régime alimentaire.

De Janvier 2007 à Janvier 2008, des récoltes sont effectuées, en majorité, sur les apports des chalutiers de la région centrale algérienne qui correspond aux ports d'Alger, de Bou Haroun et de Cherchell. Ces navires exploitent les zones de pêche connues pour leur bon rendement en crevettes (Nouar, 2001). Les zones de pêche traditionnellement exploitées sont représentées dans la figure 1.2 et sont :

La pipe : zone située à l'est d'Alger, entre l'embouchure de l'Oued Reghaia et la ville de Boumerdès. Sa longueur d'environ 6 milles est parcourue en 2 heures, avec une vitesse de chalutage de 3 nœuds. Le trait, d'une durée de 4 heures, s'effectue en un aller et retour entre 220 et 260 mètres de profondeur de jour et 160 à 200 mètres de nuit.

Plateau : situé dans la baie de Bou Ismail, il se distingue par le *Petit plateau*, relativement près de la côte entre 250 et 370 mètres de profondeur, et le *Grand plateau*, plus au large entre 370 et 700 mètres exploité essentiellement en période estivale. Sur le *Petit plateau*, la pêche s'effectue entre 260 et 320 mètres de profondeur de jour et 200 à 250 mètres de nuit. Le trait, d'une durée de 6 heures (avec un aller – retour), est souvent doublé (2 aller–retour) soit 12 heures de pêche.

Fouroumound : cette zone est située en face de Tipaza entre 200 et 300 mètres de profondeur. Comme pour la zone précédente, le chalutage s'effectue en un aller (de 3 heures) et retour (de 3 heures) et la journée de pêche s'effectue en 2 traits de 6 heures chacun ou en un seul trait de 12 heures (correspondant à 2 aller–retour).

Phenyl : elle est située à l'est du mont Chenoua et au sud de la zone précédente à des profondeurs allant de 200 à 300 mètres. Le chalutage sur cette zone s'effectue sur une durée de 10 heures avec un aller (de 5 heures) et retour (de 5 heures).

Les bouaires : à l'ouest de Cherchell aux profondeurs allant de 200 à 300 mètres, cette zone est chalutée en un aller - retour de 10 heures. Par sa profondeur, sa nature du fond et les rendements obtenus, cette zone est identique à la première zone (*La pipe*).

Il est à remarquer que l'exploitation de ces différentes zones est en lien avec leur position :

- *La pipe* et la partie est du *Plateau* sont exploitées par les chalutiers d'Alger,
- le centre du *Plateau* exploité par les chalutiers de Bou Haroun,
- l'ouest du *Plateau* ainsi que *Phenyl*, *Fouroumond* et *Les bouaires* sont exploitées par les navires de Cherchell.

De ce fait, les bateaux d'Alger mettent en moyenne deux heures de route pour atteindre les zones de pêche alors que ceux de Bou Haroun et de Cherchell arrivent en moins d'une heure de route sur les zones.

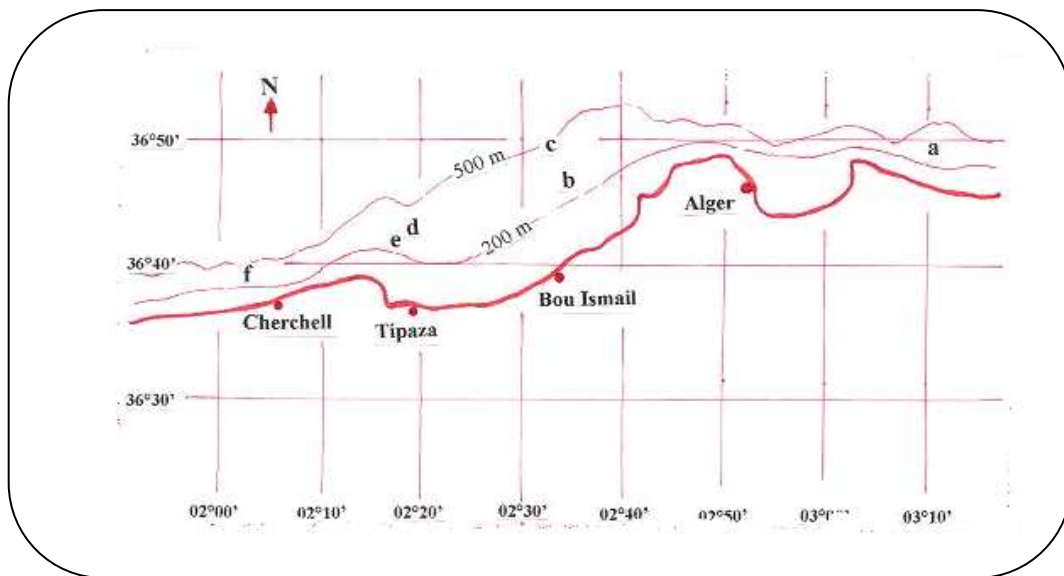


Figure 1.2. Principales zones de pêche crevettières de la zone d'Alger (Nouar, 2001)
(a :la pipe, b :petit plateau, c : grand plateau, d : fouroumond, e : phenyl, f :les bouaires)

1.3.1.2. Campagne « Vizconde de Eza ».

Durant la campagne du navire océanographique espagnol « Vizconde de Eza » effectuée en mars 2003 sur les côtes algériennes, 54 stations de chalutage sont réalisées. Les données et observations récoltées lors de cette campagne ont permis de cerner les caractéristiques écologiques de l'espèce. Pour chaque station, le matériel récolté est trié par espèce et des mensurations ainsi que des observations sont effectuées.

1.3.2. Traitement des échantillons

Diverses mensurations sont effectuées sur chaque individu de *A. antennatus*, elles concernent :

- La longueur céphalothoracique (L_c) qui est mesurée de l'échancrure supra orbitaire au bord postérieur dorsal du céphalothorax.
- La longueur totale (LT) mesurée de l'extrémité du rostre jusqu'au bout du telson ;
- Le poids total (WT) qui représente le poids de la crevette ;
- Le poids de l'estomac (W_e).

La détermination du sexe s'effectue par observation directe des individus mesurés grâce à leur dimorphisme sexuel ; les femelles présentant un thélycum et les mâle un pétasma.

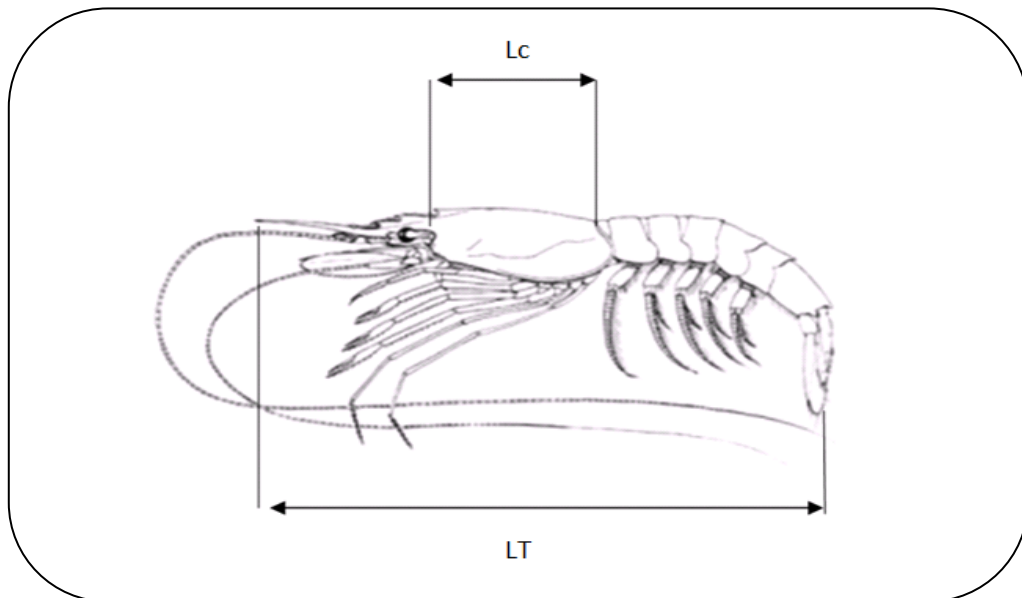


Figure 1.3. Les mensurations effectuées sur *A. antennatus*

Chapitre 2. Ecologie

Ce chapitre traitera successivement de la répartition géographique, de la répartition bathymétrique, et de la faune associée à *A. antennatus*.

Les données utilisées dans cette étude proviennent de la campagne d'évaluation espagnole qui a eu lieu sur les côtes algériennes au mois de mars 2003 à bord du navire océanographique « Vizconde de Eza ». Cette campagne a effectué 54 traits de chalut prospectant des profondeurs de 223 à 1191 mètres réalisés dans les secteurs suivants :

- Secteur Ouest : Ghazaouet ; Ghazaouet - Beni Saf ; Mostaghanem
- Secteur Centre : Bou Ismail
- Secteur Est : Skikda ; Annaba

2.1. Répartitions

2.1.1. Répartition géographique

Les résultats sur la fréquence et l'abondance de *A. antennatus* par zone sont reportés dans le Tableau 2.1. Ceux de la répartition des tailles par zone sont dans le Tableau 2.2.

2.1.1.1. Fréquence par zone

Sur les 54 stations considérées, 30 ont contenus *A. antennatus* avec 12 sur 27 stations à l'ouest, 4 sur 6 au centre et 14 sur 21 à l'est. Celles se trouvant au-delà de 350 mètres sont toutes considérées. 45 stations ont ainsi été retenues.

La fréquence, exprimée en pourcentage, qui correspond au nombre de stations où l'espèce est présente par rapport au nombre de stations situées au delà des fonds de 300m, est de 57,14 à l'ouest, 80 au centre et 73,68 à l'est.

Enfin, globalement et pour les trois zones confondues la fréquence s'établit à 66,67.

2.1.1.2. Abondance par zone

L'abondance est définie par le nombre d'individus capturés par station. Elle est calculée à partir du nombre d'individus capturés par zone par rapport au nombre de stations où l'espèce est présente.

Cette abondance est de 373,1 pour l'ouest, 442 pour le centre et 546 pour l'est. A la période considérée, ces valeurs semblent indiquer une abondance de l'espèce, plus marquée, dans la zone est suivie de la zone centre et, en dernier, la zone ouest. La faible valeur observée à l'ouest est liée probablement à l'exploitation relativement intense dans cette zone.

Tableau 2.1. Fréquence et abondance de *A. antennatus* par zone

	Ouest	Centre	Est	Total
Nombre des stations effectuées	27	6	21	54
Nombre des stations avec <i>A. antennatus</i>	12	4	14	30
Nombre de stations retenues	21	5	19	45
Nombre d'individus de <i>A. antennatus</i>	4477	1768	7644	13889
Nombre de stations avec mensuration	10	4	14	28
Fréquence	57,14	80	73,68	66,67
Abondance	373,1	442	546	462,97

2.1.1.3. Répartition des tailles par zone

28 stations ont fait l'objet de mensurations sur les 30 stations contenant la crevette rouge dont : 10 stations à l'ouest, 4 au centre et 14 à l'est (Annexe B).

Globalement, la taille moyenne est de 36,14mm pour les femelles et de 27,77mm pour les mâles, avec respectivement 38,6mm et 26,2mm à l'ouest, 36,1mm et 25mm au centre et 34,8mm et 26,2mm à l'est. (Tableau 2.2)

Bien que ces valeurs sont relativement proches les unes des autres, on peut remarquer que pour les femelles, la taille moyenne diminue d'Ouest en Est. Quant aux mâles, la moyenne la plus basse se situe au centre suivie par une moyenne égale entre l'ouest et l'est. Ceci pourrait être en relation avec le niveau d'exploitation de l'espèce.

Tableau 2.2. Répartitions des tailles par zone

Taille (mm)	Zones					
	Ouest		Centre		Est	
	F	M	F	M	F	M
11						
12						
13					1	0
14					0	0
15					0	0
16		1			1	0
17		0	4	1	3	2
18		0	4	7	3	2
19	3	0	8	16	10	13
20	3	1	24	27	10	20
21	4	4	38	41	26	31
22	4	7	43	59	41	47
23	6	6	36	56	52	68
24	8	8	34	53	46	90
25	8	7	36	35	40	68
26	10	13	47	64	46	71
27	8	12	35	75	58	89
28	9	8	32	62	48	83
29	11	4	44	43	46	63
30	14	6	33	24	41	53
31	11	0	26	7	35	49
32	19	1	42	5	26	21
33	9	3	30	2	41	16
34	15	2	39	1	35	8
35	15	2	59		29	3
36	18		36		34	3
37	27		50		45	1

Taille (mm)	Zone					
	Ouest		Centre		Est	
	F	M	F	M	F	M
39	43		58		50	
40	45		58		46	
41	52		75		50	
42	61		59		47	
43	36		54		28	
44	38		40		28	
45	27		38		26	
46	15		40		11	
47	10		42		16	
48	7		27		14	
49	8		26		15	
50	3		18		13	
51	2		18		10	
52	3		18		5	
53	4		12		10	
54	3		7		7	
55	2		8		13	
56	2		3		8	
57	1		4		10	
58	0		3		9	
59	1		1		6	
60	0		1		4	
61	0		0		0	
62	1		0		6	
63	0		0		0	
64	0		0		1	
Effectif	592	85	1363	578	1187	801
Taille moyenne	38.6	26.2	36.1	25	34.8	26.2

2.1.2. Répartition bathymétrique

Pour l'ensemble de la répartition bathymétrique, les analyses sont effectuées par tranche de profondeur de 100 mètres pour toutes les stations situées au delà des fonds de 300 mètres.

2.1.2.1. Fréquence et abondance par tranche de profondeur

Au total sept tranches de profondeur sont retenues soient les tranches 300-400, 400-500, 500-600, 600-700 et 700-800, 800-900 et 900-1000 mètres (Tableau 2.3.) :

- Sur les 14 stations effectuées entre 300 à 400 mètres, 3 ont rapporté *A. antennatus*, soit une fréquence de 21,43 ;
- Pour la tranche 400-500 mètres, le nombre totale de stations est de 8, le nombre de stations positives est de 5 et la fréquence est de 62,5 ;
- Pour la tranche 500-600 mètres, 13 stations au total, 12 avec *A. antennatus*, soit une fréquence de 92,3;
- Les 5 stations effectuées entre 600 et 700 mètres sont toutes positives, soit une fréquence de 100. Il en est de même pour les 3 stations de la tranche 700-800 mètres, 800-900 mètre et 900-1000 mètre ;

Ces résultats indiquent que la zone optimale de fréquence de *A. antennatus* se situe à partir de 500 mètres, mais que l'espèce est présente à partir de 350 mètres de profondeur.

Tableau 2.3. Fréquence et abondance de *A. antennatus* par tranche de profondeur

Tranche de profondeur	300-400m	400-500m	500-600m	600-700m	700-800m	800-900m	900-1000m	Total
Caractéristiques								
Nombre de stations retenues	14	8	13	5	3	1	1	45
Nombre de station avec <i>A. antennatus</i>	3	5	12	5	3	1	1	30
Nombre d'individus de <i>A. antennatus</i>	45	1354	4887	2896	5406	1504	693	16785
Nombre de station avec mensuration de <i>A. antennatus</i>	3	5	11	4	3	1	1	28
Fréquences	21,43	62,5	92,3	100	100	100	100	
Abondance	15	270,8	407,25	579,2	1802	1504	693	

En ce qui concerne l'abondance, celle-ci augmente avec la profondeur. La valeur la plus faible (15) se situe pour la tranche 300-400m, la plus forte (1802) est pour la tranche 700-800 mètre.

Ces résultats indiquent qu'en moyenne on capture entre 15 à 1802 individus environ de *A. antennatus* par heure de pêche au chalut sur des fonds allant de 300 à 1000 mètres, avec un meilleur rendement (en effectif) entre 500 et 800m de profondeur.

2.1.2.2. Répartition des tailles par tranche de profondeur

L'analyse de la répartition des tailles par tranche de profondeur (Tableau 2.4.) montre une diminution régulière de la taille moyenne des femelles de 39,2mm à 32,2mm pour les profondeurs allant de 300 à 1000 mètres, indiquant que d'une manière générale la taille des femelles diminue avec la profondeur et celle des mâles reste globalement stable.

Tableau 2.4. Répartitions des tailles par tranches de profondeur

Taille (Lc) en (mm)	Tranches de profondeur (en mètres)													
	300-400		400-500		500-600		600-700		700-800		800-900		900-1000	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
11						1								
12						0								
13					1	0								
14					0	0								
15					0	0								
16					1	0		1						
17			1		2	1		0	1	1			3	1
18			0		3	1		1	2	3			2	4
19			0	1	9	9	2	0	8	9		2	2	8
20		1	2	0	7	8	2	7	12	15	3	3	11	14
21		0	3	1	17	15	6	11	21	26	6	6	15	17
22		0	3	2	28	26	19	24	27	32	4	17	7	12
23		0	5	11	41	32	15	23	20	41	7	15	6	8
24	1	0	4	12	36	50	15	24	17	45	11	10	4	10
25	0	0	10	8	29	44	19	26	15	21	5	7	6	4
26	0	1	11	7	40	53	24	36	17	30	7	13	4	8
27	0		9	18	48	51	30	37	5	46	7	8	2	16
28	0		18	16	41	46	22	44	6	31	1	7	1	9
29	0		12	15	48	27	23	32	9	22	6	8	3	6
30	1		10	7	40	29	28	16	4	19	1	5	4	7
31	0		10	5	37	15	14	8	7	27	1	1	3	
32	2		14	2	34	6	28	2	2	15	1		6	2
33	6		8	3	43	6	16	6	5	6	1		1	
34	2		12	3	46	3	24	1	4	3			1	1
35	3		15		51	3	26		7	2	1			
36	2		14		43	1	21		5	2	2		1	
37	4		36		58		15		6	1	2		1	
38	3		29		42		24		11		4		3	
39	3		46		54		36		7		2		3	
40	4		38		54		39		6		5		3	
41	9		56		63		32		7		6		4	
42	1		50		62		39		11		3		1	
43	8		34		38		29		4		2		3	
44	3		24		48		22		3		2		4	
45	0		22		32		24		3		4		6	
46	2		17		22		18		4				3	
47	2		17		17		19		5		5		3	

48	0		12		21		8		2		3		2	
49	0		12		18		8		3		3		5	
50	1		10		9		11		1				2	
51	1		5		11		7		4		1		1	
52			4		7		11		1				3	
53			7		8		6		2		1		2	
54			4		5		3		2		3			
55			9		7		3		3				1	
56			1		5		2		4		1			
57			3		5		3		3				1	
58			3		3		1		5					
59			3		2		0		3					
60			1		1		1		2					
61			0		0		0		0					
62			3		1		1		2					
63									0					
64									1					
Effectif	58	2	607	111	1238	427	696	299	299	397	111	102	133	127
taille moyenne	39.2	23	39.6	27.08	35.6	25.9	36.5	26.1	32.4	25.7	33.4	24.7	32.2	23.9

Les plus petits individus mâles et femelles sont rencontrés entre 500 et 600mètre de fond. La tranche 700-800 mètre contient la plus grande femelle (64mm). Signalons que les mâles ne commencent à apparaître qu'à partir de 390m. Le sex-ratio s'équilibre à partir de 800 m.

L'effectif des femelles capturées entre 300 et 500 mètre (profondeur d'exploitation actuelle sans la région algéroise) est de 665 femelles et 113 mâles. Pour une même durée de pêche, les effectifs capturés à des profondeurs plus grandes (au-delà de 500m) sont plus importants. Ceci mène à noter que le déplacement de l'effort sur des fonds relativement profonds permet de capturer plus d'individus.

2.2. Faune associée

2.2.1. Méthode d'étude

Sur les stations où *A. antennatus* est présente, toutes les espèces pêchées sont retenues. Dans le but d'homogénéiser nos données, la durée de trait de chaque station est rapportée à une heure, durée la plus fréquente pour la majorité des stations. Ainsi pour chaque station considérée nous avons, par espèce, le nombre d'individus pêchés en une heure de trait.

Comme les espèces pêchées avec *A. antennatus* appartiennent à trois groupes zoologiques principaux, l'étude est effectuée par groupe. La famille, la fréquence et l'abondance de chaque espèce sont déterminées.

La fréquence (F) correspond au nombre de stations ayant ramené l'espèce considérée, l'abondance (A) au nombre d'individus de l'espèce considérée pêché à toutes les stations où elle est présente. Cette voie a permis de dénombrer, pour chaque groupe, les espèces et les familles qui accompagnent *A. antennatus*.

Sur ces stations caractéristiques, la fréquence (X_i = nombre de stations où l'espèce (i) est présente) et l'abondance moyenne relative (Y_i = nombre d'individus de l'espèce (i) par rapport au nombre de stations retenues) de chaque espèce (i) sont calculées. Ainsi l'ensemble des espèces (représentée chacune par un point) constitue un nuage de points dont le centre de

gravité est défini par sa fréquence moyenne (\bar{X} = somme des X_i divisée par le nombre d'espèces retenues) et son abondance moyenne (\bar{Y} = somme des Y_i divisée par le nombre d'espèces retenues).

A partir de ce centre de gravité, les parallèles à l'axe des abscisses (ou fréquence \bar{X}) et à l'axe des ordonnées (ou abondance moyenne relative \bar{Y}) délimitent 4 zones (**A**, **B**, **C** et **D**) qui représentent en

- **A** : les espèces les plus caractéristiques (très fréquentes et très abondantes),
- **B** : les espèces caractéristiques (très fréquentes et peu abondantes),
- **C** : les espèces caractéristiques (peu fréquentes et très abondantes),
- **D** : les espèces peu caractéristiques (peu fréquentes et peu abondantes).

Abondance (Y)	C	A
\bar{Y} (abondance moyenne)	D	B
		Fréquence (\bar{X})
		X (fréquence moyenne)

2.2.2. Résultat et discussion

La faune associée à *A. antennatus*, liée à sa répartition, se trouve diversifiée avec 104 espèces appartenant à 63 familles des trois groupes zoologiques : Poissons (Tableau A.1 en annexe), Crustacés (Tableau A.2 en annexe) et Mollusques (Tableau A.3 en annexe) :

- 31 familles dont 48 espèces pour les Poissons,
- 22 familles dont 37 espèces pour les Crustacés,
- 10 familles dont 19 espèces pour les Mollusques.

Les résultats obtenus pour chaque espèce sont portés dans le Tableau 2.5. pour les Poissons (avec 48 espèces), le Tableau 2.6. pour les Crustacés (35 espèces) et le Tableau 2.7. pour les Mollusques (20 espèces).

Les Figures 2.1., 2.2. et 2.3. respectivement pour les poissons, les Crustacés et les Mollusques, où les espèces sont représentées chacune par un code (abréviation de leur nom scientifique), illustrent ces résultats. La fréquence moyenne \bar{X} et l'abondance moyenne \bar{Y} sont de 13,19 et 8,99 pour les poissons, de 10,4 et 42,7 pour les Crustacés et de 7,08 et 1,16 pour les Mollusques.

L'analyse par groupe zoologique, montre dans le tableau 2.8. que les espèces identifiées comme caractéristiques à *A. antennatus* dans ce présent travail ont déjà été signalées par d'autres auteurs en Méditerranée.

Tableau 2.5. Espèces de poissons associés à *A. antennatus*

Espèce	N°	Xi	Yi
<i>Epigonus telescopus</i>	Et	15	2,4
<i>Synchiropus phaeton</i>	Sp	6	0,15
<i>Trachurus trachurus</i>	Tt	4	0,24
<i>Chaulodius sloani</i>	Cs	22	1,53
<i>Chimaera monstrosa</i>	Cmo	2	0,11
<i>Chlorophthalmus agassizi</i>	Ca	12	21,11
<i>Conger conger</i>	Cco	23	2,22
<i>Gnathypops mystax</i>	Gmy	1	0,07
<i>Symphurus nigerescens</i>	Sn	28	6,8
<i>Symphurus ligulatus</i>	Sl	9	0,24
<i>Antonogadus megalokynodon</i>	Am	19	1,2
<i>Micromesistius poutassou</i>	Mp	30	2,1
<i>molva dipterygia macrophthalmia</i>	Md	2	0,04
<i>phycis blennoides</i>	Pb	40	12,8
<i>Lophius budegassa</i>	Lb	22	1,64
<i>Lophius piscatorius</i>	Lp	3	0,07
<i>Macroramphosus scolopax</i>	Ms	3	0,11
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i>	Cc	2	31,9
<i>Hymenocephalus italicus</i>	Hi	2	0,16
<i>Nezumia aequalis</i>	Na	32	39,47
<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i>	Tty	9	0,42
<i>Merluccius merluccius</i>	Mm	30	4,4
<i>Mora moro</i>	Mmo	6	0,35
<i>Lepidorhombus boschii</i>	Lbo	3	0,2

Espèce	N°	Xi	Yi
<i>Lampanyctus crocodilus</i>	Lcr	41	31,38
<i>Benthoosema glaciale</i>	Bg	7	27,22
<i>Cerastoscopus maderensis</i>	Cm	23	54
<i>Notacanthus bonapartei</i>	Nb	23	2,29
<i>Raja oxyrinchus</i>	Ro	4	0,04
<i>Scorpaena elongata</i>	Se	8	0,4
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Hd	31	21,89
<i>Galeus melastomus</i>	Gm	30	68,68
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Sc	6	0,29
<i>Pagellus acarne</i>	Pa	8	0,29
<i>Pagellus bogaraveo</i>	Pbo	13	0,49
<i>Sphyræna sphyraena</i>	Ss	1	0,02
<i>Etmopterus spinax</i>	Es	36	34,89
<i>Dalatias licha</i>	DI	9	0,29
<i>Argyropelecus hemigymnus</i>	Ah	23	2,58
<i>Stomias boa boa</i>	Sb	33	21,49
<i>Dysomma brevirostre</i>	Db	1	0,02
<i>Torpedo marmorata</i>	Tm	6	0,27
<i>Torpedo nobiliana</i>	Tn	3	0,07
<i>Torpedo torpedo</i>	Tto	1	0,02
<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	Hm	39	61,62
<i>Lepidopus caudatus</i>	Lca	13	1,31
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	Lc	1	0,02
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	Ga	8	6

Tableau 2.6. Espèces de Crustacés associés à *A. antennatus*

Espèce	N°	Xi	Yi
<i>Alpheus glaber</i>	Ag	16	9,76
<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	Af	12	22,91
<i>Pontocaris lacazei</i>	Pla	8	1,22
<i>Pontocaris cataphractus</i>	Pc	5	1,07
<i>Ponthophilus spinosus</i>	Psp	1	0,4
<i>Dardanus arrosor</i>	Da	10	0,8
<i>Geryon longipes</i> A.	Gl	11	0,69
<i>Goneplax rhomboides</i>	Gr	13	1,37
<i>Paromola cuvieri</i>	Pcu	2	0,04
<i>Anamatias rissoana</i>	Ar	1	0,08
<i>Rochinia carpenteri</i>	Rc	1	0,02
<i>Nephrops norvegicus</i>	Nn	17	4,64
<i>Acanthephyra pelagica</i>	Ap	11	4,44
<i>Pagurus alatus</i>	Pal	14	1,42
<i>Parapenaeus longirostris</i>	Pl	20	219,88
<i>Plesionika heterocarpus</i>	Ph	12	11,66
<i>Plesionika martia</i>	Pm	30	19,53
<i>Plesionika acanthonotus</i>	Pac	10	9,08
<i>Plesionika gigliolii</i>	Pg	24	118
<i>Plesionika edwardsii</i>	Pe	11	67,1
<i>Plesionika antigai</i>	Pat	2	2,91
<i>Pasiphaea sivado</i>	Ps	12	790,73
<i>Pasiphaea multidentata</i>	Pmu	30	77,69
<i>Polycheles typhlops</i>	Pt	8	0,35
<i>Liocarcinus depurator</i>	Ld	15	1,42
<i>Bathynectes maravigna</i>	Bm	12	0,62
<i>Macropipus tuberculatus</i>	Mt	14	1,64
<i>Processa canaliculata</i>	Pcn	4	4,37
<i>Processa novelli</i>	Pn	1	0,09
<i>Sargestes arcticus</i>	Sa	7	175,35
<i>Sergia robusta</i>	Sr	27	83,6
<i>Solenocera membranacea</i>	Sm	16	25,35
<i>Monodaeus couchii</i>	Mc	3	0,07
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	Ccr	5	1,44
<i>Munida iris</i>	Mi	4	0,86

Tableau 2.7. Espèces de Mollusques associés à *A. antennatus*

Espèce	N°	Xi	Yi
<i>Aporrhais serresianus</i>	As	2	0,29
<i>Phalium granilatum</i>	Pg	1	0,04
<i>Cassidaria tyrrhena</i>	Ct	9	0,77
<i>Abralia verenyi</i>	Av	14	8,24
<i>Histioteuthis bonnelii</i>	Hb	10	0,71
<i>Loligo vulgaris</i>	Lv	1	0,02
<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i>	Al	13	4,11
<i>Bathypolypus sponsalis</i>	Bs	19	0,96
<i>Eledon cirrhosa</i>	Ec	5	0,24
<i>Pteroctopus tetracirrhus</i>	Pt	15	0,71
<i>Octopus salutii</i>	Os	1	0,09
<i>Todarodes sagittatus</i>	Ts	29	1,64
<i>Illex coindetii</i>	Ic	12	0,37
<i>Todaropsis eblanae</i>	Te	2	0,04
<i>Sepia orbignyana</i>	So	5	1,22
<i>Eledon moschata</i>	Em	8	0,44
<i>Sepia oweniana</i>	Sow	11	7,4
<i>Rossia macrosoma</i>	Rm	2	0,06
<i>Neorossia caroli</i>	Nc	3	0,13

Tableau 2.8. La faune associée à *A. antennatus*.

P : Politou et al. (2005)

S : Sardà et al. (2003)

T : Torres et al. (2007)

O : Orsi Relini et Relini (1985)

Poissons	Crustacés	Mollusques
<i>Galeus melastomus</i> (O) (T)	<i>Sergia robusta</i> (T) (P)	<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> (T)
<i>Hoplostethus mediterraneus</i> (T)	<i>Pasiphaea sivado</i>	<i>Todarodes sagittatus</i> (T)
<i>Cerastoscopus maderensis</i>	<i>Parapenaeus longirostris</i>	<i>Abralia verenyi</i>
<i>Nezumia aequalis</i> (S) (O)	<i>Plesionika gigliolii</i>	<i>Sepia oweniana</i>
<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i> (T)	<i>Pasiphaea multidentata</i> (T) (P)	
<i>Etmopterus spinax</i> (T) (O)	<i>Plesionika edwardsii</i> (T)	
<i>Lampanyctus crocodilus</i> (T)		
<i>Stomias boa boa</i>		
<i>phycis blennoides</i> (O) (T)		

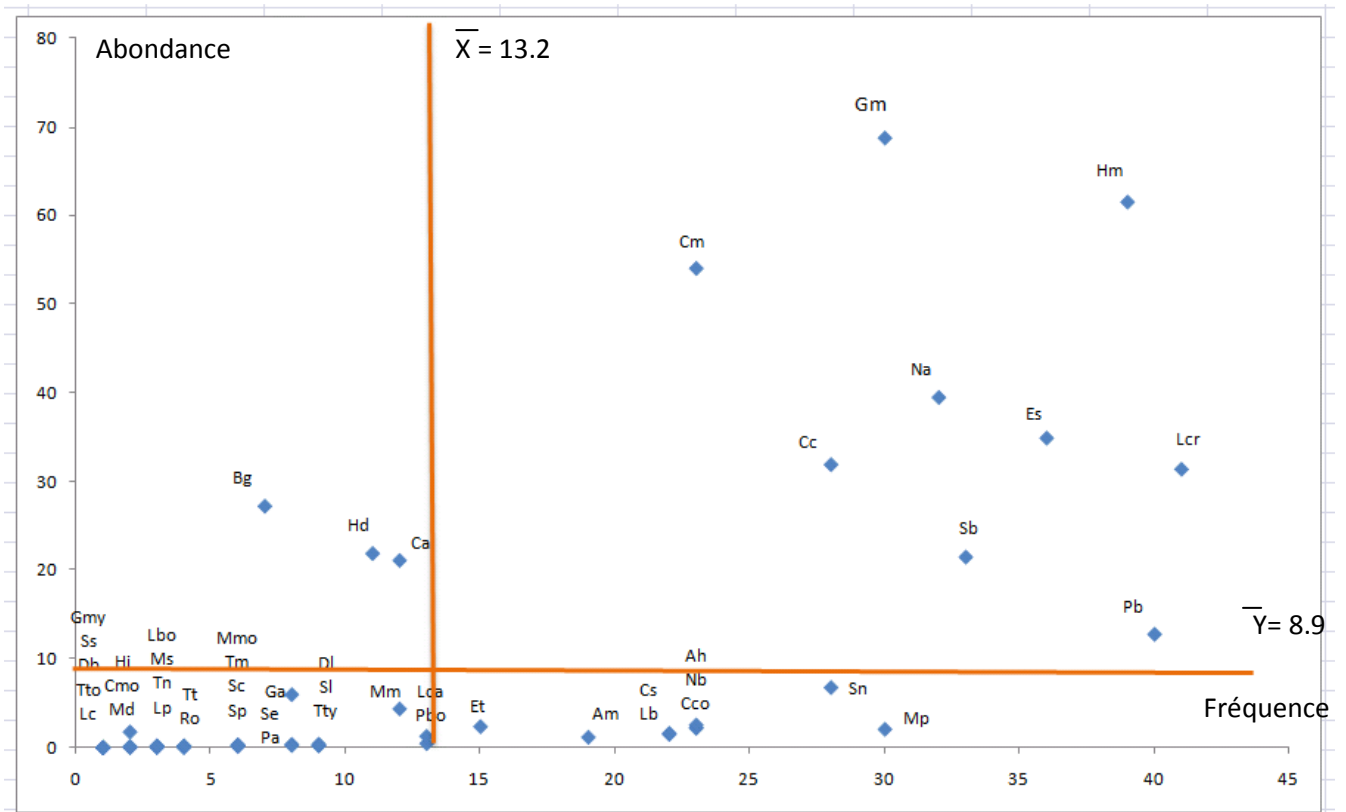


Figure 2.1. Espèces de poissons liées à *A. antennatus*

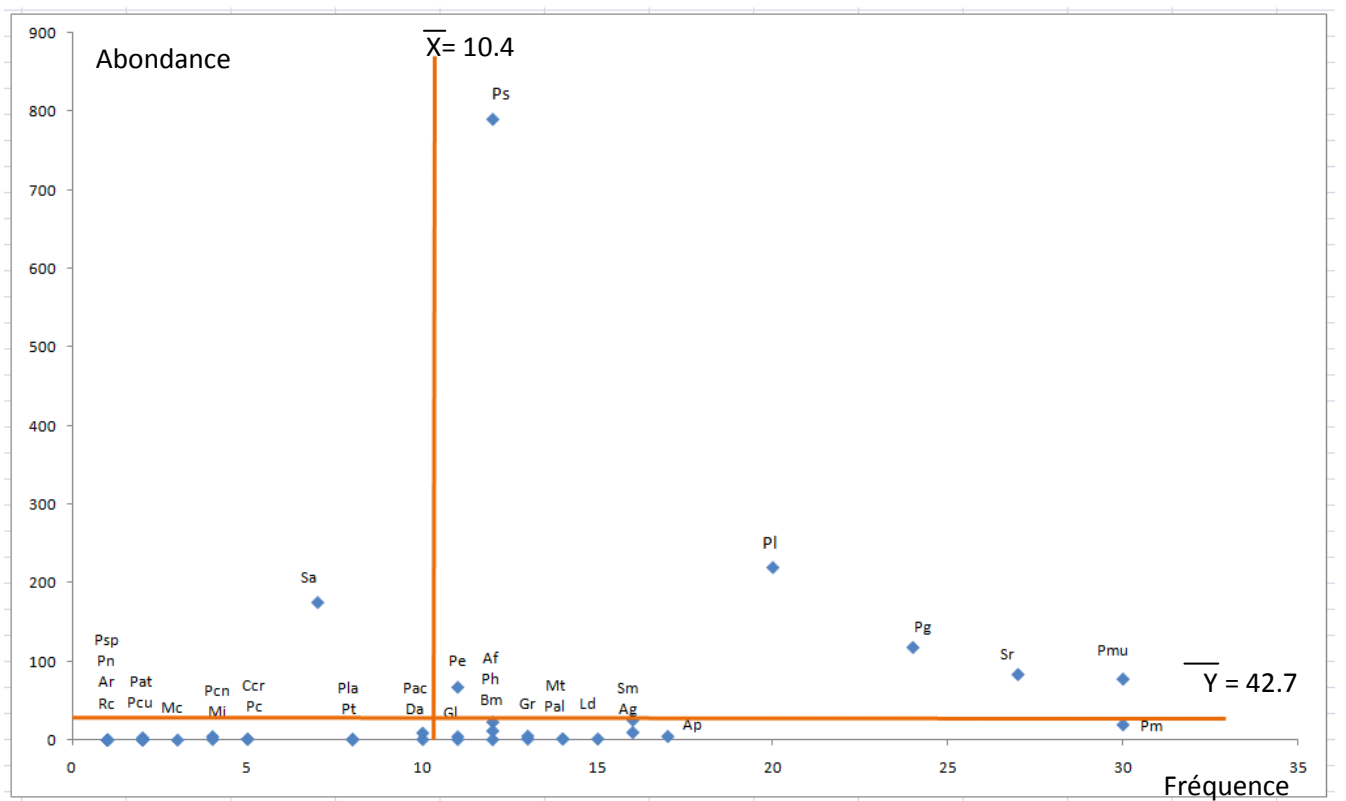


Figure 2.2. Espèces de Crustacés liées à *A. antennatus*

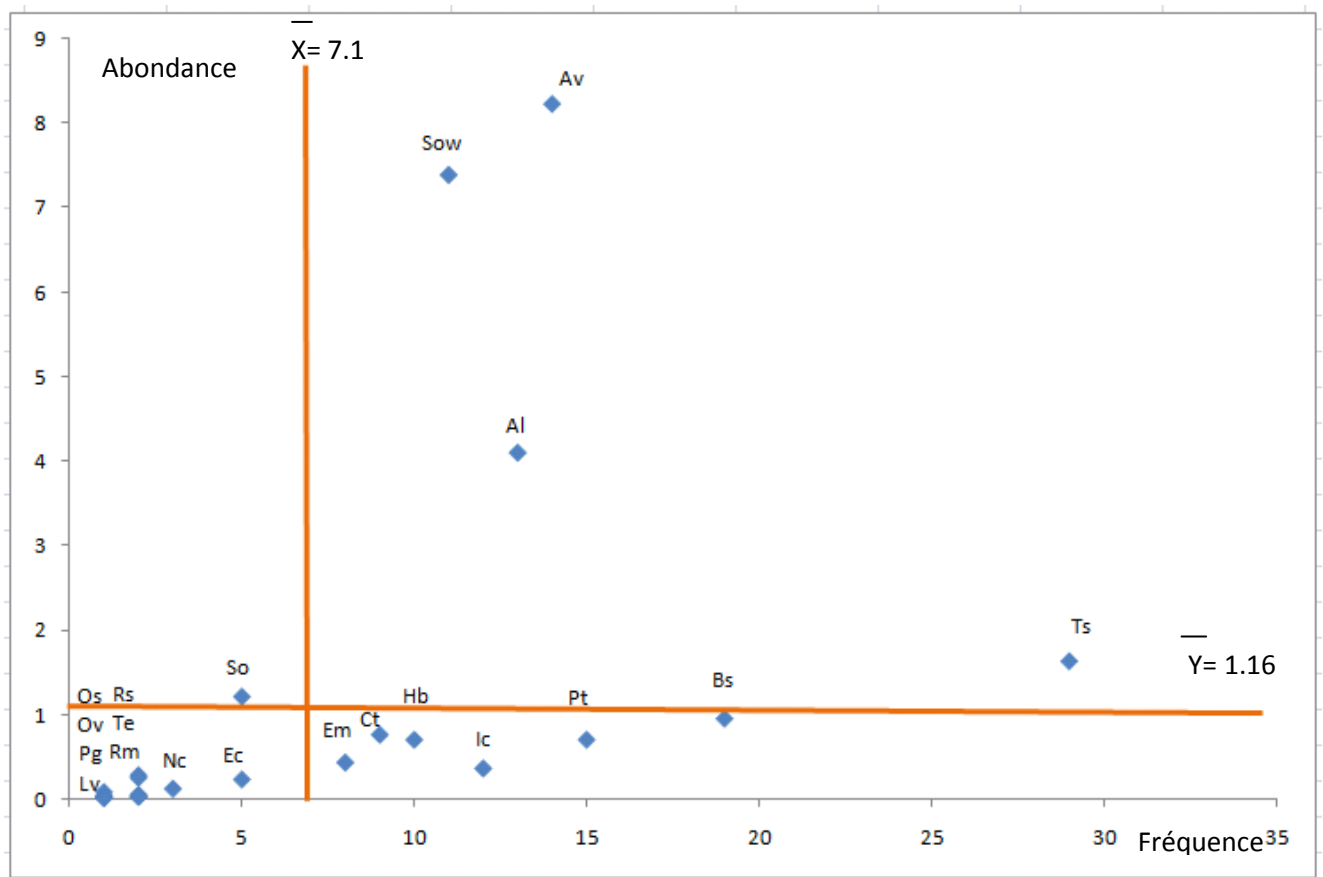


Figure 2.3. Espèces de Mollusques liées à *A. antennatus*

Chapitre 3. Régime alimentaire et condition.

3.1. Régime alimentaire.

L'analyse du régime alimentaire de la crevette rouge *Aristeus antennatus* est réalisée dans le but de connaître ses besoins nutritifs déterminant ainsi que sa répartition et ses interactions avec les autres organismes.

Parmi les travaux réalisés en Méditerranée sur l'alimentation de cette espèce, nous citerons ceux de Massuti (1961), Lagardère (1971) et plus récemment ceux de Orsi Relini et Relini (1985), Cartes et Sardà (1989), Cartes (1993, 1994 et 1998), Maynou et Cartes (1997 et 1998), kapisris et *al.* (2000), Cartes et *al.* (2001) et Chartosia et *al.* (2004).

3.1.1. Matériel et méthodes

Les données proviennent de la pêche commerciale de la région algéroise, effectuée essentiellement de nuit, sur des fonds de vase à *Isidella elongata* aux profondeurs allant de 200 à 400 mètres (Nouar, 2001). La période de prélèvement des données s'étale de janvier à octobre 2007, avec un prélèvement saisonnier correspondant aux mois de janvier (hiver), d'avril (printemps), de juillet (été) et d'octobre (automne). Au total, 263 individus de *Aristeus antennatus* sont récoltés. La répartition de ces individus par saison et par sexe est reportée dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1. Nombre d'individus de *A. antennatus* récoltés par saison et par sexe

Saison (mois)	Nombre de femelles	Nombre de mâles	Nombre total
Hiver (janvier)	64	08	72
Printemps (avril)	48	12	60
Été (juillet)	43	17	60
Automne (octobre)	51	20	71
Total	206	57	263

Les crevettes prélevées lors des débarquements sont immédiatement conservées à basse température pour être traitées ultérieurement. Cette conservation permet l'arrêt de toute activité enzymatique de la digestion qui, généralement pour les Péneides, est très rapide (Sorbe, 1972 ; Cockroft et Maclashlan, 1986).

Sur chaque individu traité, différentes mensurations sont prises notamment la longueur céphalothoracique L_C (en millimètre), le poids total WT (en gramme) et le poids total de l'estomac W_E (en gramme). Pour les crevettes, l'estomac situé au niveau du céphalothorax, se prélève par section longitudinale. L'estomac prélevé est conservé dans du formol à 10% durant une semaine afin de durcir les tissus de la paroi stomacale et les proies, permettant ainsi une bonne identification de ces dernières (Sorbe, 1972). L'examen des différentes proies est réalisé à l'aide d'une loupe binoculaire sous un grossissement (de 20 à 40).

Il est à remarquer qu'en raison d'une digestion rapide, l'identification de certaines proies tient compte d'un seul fragment de proie ingéré, les autres fragments ne sont pas pris en considération.

Deux méthodes d'analyse du régime alimentaire sont utilisées. La première qualitative, consiste à dresser une liste faunistique des proies identifiées. La seconde quantitative est

basée sur le calcul et le suivi de certains indices : de fréquence, de réplétion et du coefficient de vacuité.

Le coefficient de vacuité (**Cv**) correspond au rapport entre le nombre d'estomacs vides et le nombre total d'estomacs examinés, exprimé en pourcentage (Rosecchi, 1985). L'indice de réplétion (**IR**) indique en pourcentage le rapport entre le poids de l'estomac et le poids total de l'individu (Bliss, 1967).

Par ailleurs, la fréquence **F** de Hureau (1970) correspondant au pourcentage d'estomacs contenant une catégorie de proie par rapport au nombre d'estomacs pleins examinés a permis d'établir la classification des proies selon Sorbe (1972), représentée dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2. Classification des proies en fonction de la fréquence **F**, selon Sorbe (1972)

F < 10%	Proies accidentelles , sans aucune signification particulière dans le régime alimentaire de l'espèce.
10% < F < 50%	Proies secondaires , représentant une nourriture accessoire ou de remplacement pour l'espèce.
F > 50%	Proies préférentielles , constituent l'alimentation principale et caractérisent le type du régime alimentaire de l'espèce.

Signalons enfin que le régime alimentaire de cette crevette a été étudié en fonction du sexe, des saisons et de la taille des individus.

3.1.2. Résultats

3.1.2.1. Aspect qualitatif du régime alimentaire

Du point de vue qualitatif, le régime alimentaire de *A. antennatus* est diversifié (Tableau 3.3). Les proies observées appartiennent à différents groupes : Foraminifères, Mollusques, Vers, Crustacés, Echinodermes, Végétaux, Radiolaires, larves, Tintinides et œufs de poissons, ainsi que des écailles et de la vase.

A titre indicatif, certaines proies prises en photo durant notre identification sont reportées en annexe.

Il est à remarquer que ces proies rapidement digérées, sont identifiées à partir de débris ou fragments. Pour les Foraminifères en raison de leur squelette calcaire, l'identification des genres a été possible.

Tableau 3.3. Différentes proies de *Aristeus antennatus*

Embranchement	Classe	Ordre	Genre
Arthropodes (Super-classe des Crustacés)	Malacostracés	Décapodes Natantia Amphipodes Cumacae	
	Entomostracés	Cladocères Copépodes Ostracodes	
Mollusques	Bivalves Gastéropodes Thécosomes Céphalopodes		
Protozoaires	Foraminifères		<i>Textularia</i> <i>Elphidium</i> <i>Verniculina</i> <i>Quinquiliculina</i> <i>Lagena</i> <i>Nonion</i> <i>Uvegerina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Globigerina</i> <i>Cibicides</i> <i>Trochomnina</i> <i>Spiroloculina</i> <i>Orbulina</i> <i>Rotalia</i>
	Radiolaires		
	Tintinides		
Vers	Annélides Nématodes Chétoognathes	Polychètes errante Oligochètes	
Echinodermes	Crinoïdes Holothuries Ophiures Echinides		
Matière végétale	Algue Posidonie		
Vertébrés	Poissons (écailles)		

3.1.2.2. Aspect quantitatif du régime alimentaire

Pour l'indice de fréquence des proies, l'étude porte sur tous les individus mâles et femelles. Concernant l'étude du coefficient de vacuité et de l'indice de réplétion, seules les femelles sont considérées en raison de leur effectif élevé.

3.1.2.2.1. Indice de fréquence des proies

Les différents groupes de proies de *A. antennatus* exprimés en fréquence (F), le nombre d'estomacs contenant une proie donnée (N), ainsi que le nombre d'estomacs examinés (263) sont reportés dans le tableau 3.4.

Tableau 3.4. Différents groupes de proies de *A. antennatus* exprimés en fréquence (F)
Le nombre d'estomacs contenant une proie donnée est indiqué en N
Le nombre d'estomacs examinés est de 263 avec 247 estomacs pleins et 16 estomacs vides

Groupe de proies	(F)	(N)
Foraminifères	91	225
Mollusques	72.87	180
Vers	81.37	201
Crustacés	58.70	145
Echinodermes	17	42
Végétaux	49.39	122
Larves	2.42	6
Œufs de poissons	4.04	10
Tintinides	1.61	4
Écailles	23.07	57
Radiolaires	8.5	21

Tenant compte de la classification à partir de la fréquence des proies, il en ressort que pour *A. antennatus*, les Foraminifères, les Crustacés, les Mollusques et les Vers sont des proies préférentielles, les proies secondaires sont représentées par les Echinodermes, les végétaux et les écailles de poissons. Les larves, les œufs de poissons, les Tintinides et les Radiolaires constituent les proies accidentelles.

3.1.2.2.2. Evolution saisonnière des contenus stomacaux

Le suivi saisonnier des contenus stomacaux a pour objectif de détecter d'éventuelles variations du régime alimentaire. Ce suivi est réalisé à partir de 263 estomacs appartenant à 206 femelles et 57 mâles. Le tableau 3.5 et la figure 3.1 indiquent l'évolution saisonnière de l'indice de fréquence des proies chez *Aristeus antennatus*.

Tableau 3.5. Indice de fréquence saisonnier chez *Aristeus antennatus*

Groupe de proie	Hiver	Printemps	Été	Automne
Foraminifères	79.03	99	83.53	91.76
Mollusques	88.6	82.23	48.36	61.36
Vers	81.63	71.7	76.8	83.9
Crustacés	80.66	58.63	46.2	34.96
Végétaux	73.53	65.96	24.26	23.36
Echinodermes	22.26	10.6	9.43	17.13
Radiolaires	0	17	15	3
Larves	6	0	2	1

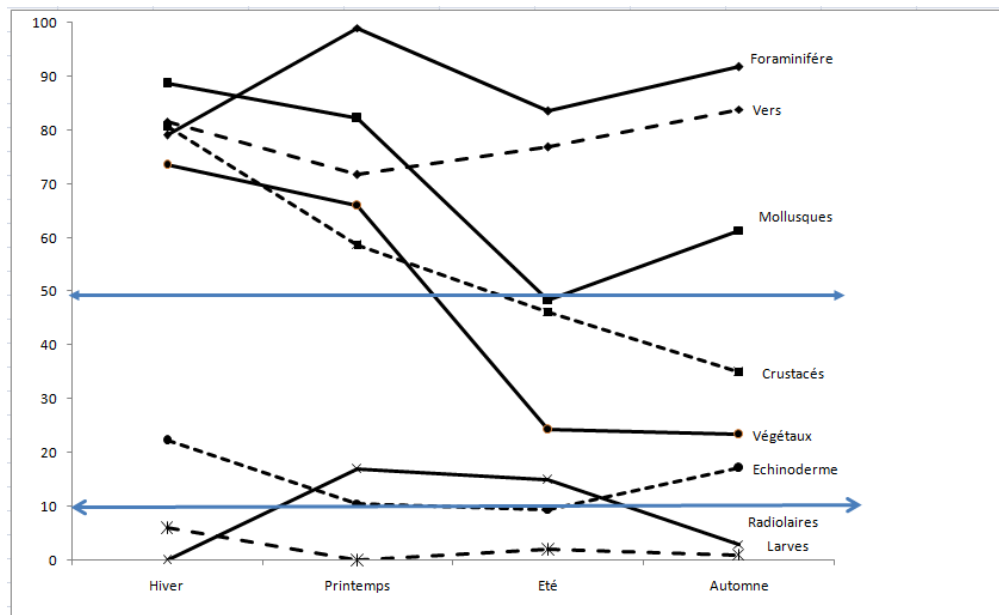


Figure 3.1. Variation saisonnière du régime alimentaire

Les Foraminifères, les Vers et les Mollusques sont des proies fréquentes durant toute l'année. Il en est de même pour les Crustacés et la matière végétale en hiver et au printemps. Les Echinodermes (représentés par les oscules d'ophiures, les holothuries, et les radioles d'échinides), les Radiolaires et à un degré moindre les larves présentent un indice de fréquence relativement faible durant l'année.

3.1.2.2.3. Variation en fonction de la taille et du sexe

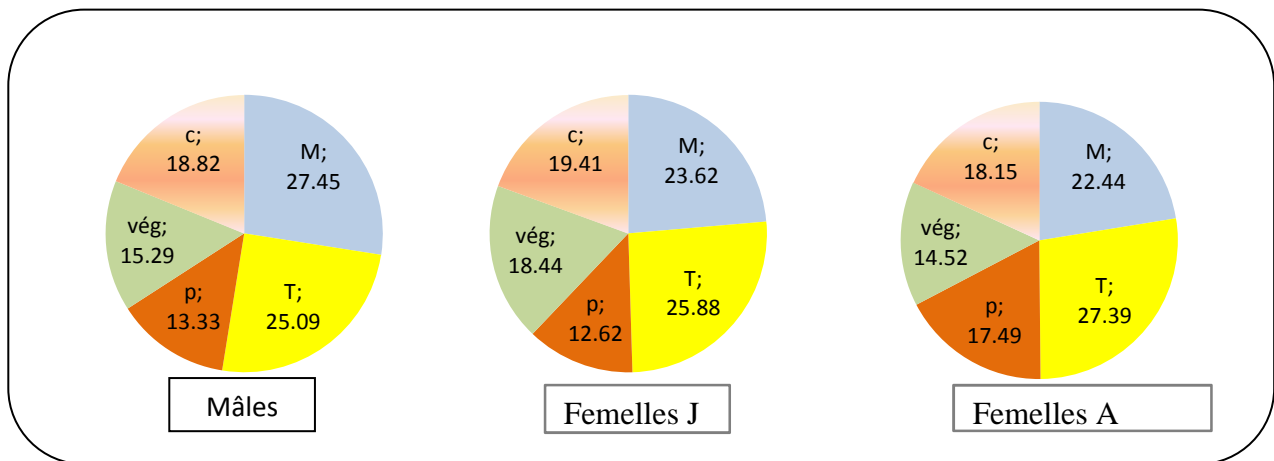
Suivant les travaux de Cartes et Sardà (1989) et afin d'étudier les variations du régime alimentaire en fonction de la taille, nous avons considéré pour les femelles la valeur arbitraire de 30 mm de longueur céphalothoracique permettant ainsi de distinguer les jeunes individus (de taille inférieure à 30 mm) et les adultes (de taille égale ou supérieure à 30 mm). Pour les mâles, cette distinction n'a pas été effectuée en raison de leur petite taille.

Pour chaque saison, les différentes proies des mâles et des femelles par classe de taille sont regroupées dans le tableau 3.6. Les valeurs consignées dans ce tableau ont servi à représenter les préférences alimentaires (Figure 3.2), ainsi que les fréquences saisonnières des groupes de proies en fonction du sexe et de la taille (Figure 3.3).

Tableau 3.6. Différentes proies de *Aristeus antennatus* en fonction de la taille et des sexes

(J : Jeunes A : Adultes P : Présence)

Groupe de proies	Proies	Hiver			Printemps			Été			Automne		
		♂	♀J	♀A	♂	♀J	♀A	♂	♀J	♀A	♂	♀J	♀A
Foraminifères		62,5	92,3	82,3	100	97	100	70,6	85	95	90	85,3	100
	<i>Textularia</i>	37,5	76,9	70,5	83,3	85,2	100	64,7	80	86	70	76,5	76,9
	<i>Elphidium</i>	12,5	38,5	35,2	58,3	67,6	75	52,9	60	82	50	58,8	92,3
	<i>Verniculina</i>	-	-	8,8	-	8,8	-	-	5	8,7	-	-	7,7
	<i>Quinquiliculina</i>	-	3,8	2,9	-	-	-	5,9	-	-	-	-	-
	<i>Lagena</i>	-	-	-	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Nonion</i>	12,5	34,6	35,2	33,3	29,4	33,3	17,6	25	30,4	15	8,8	7,7
	<i>Uvegerina</i>	-	15,4	8,8	8,3	14,7	16,6	29,4	30	39,1	10	2,9	23,1
	<i>Nodosaria</i>	-	7,7	-	25	5,8	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Globigerina</i>	25	7,7	17,6	16,6	38,2	50	11,8	25	39,1	40	5,8	61,5
	<i>Cibicides</i>	-	3,8	2,9	8,3	20,6	41,6	36,3	55	39,1	40	11,7	61,5
	<i>Trochommia</i>	-	3,8	5,8	-	-	8,3	-	-	-	-	-	-
	<i>Spiroloculina</i>	-	-	-	8,3	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Orbulina</i>	-	-	-	-	8,8	8,3	-	-	-	20	23,5	30,8
	<i>Rotalia</i>	-	-	-	-	-	8,3	11,8	5	13	-	-	-
	Restes indéterminés	12,5	26,9	14,7	16,6	29,4	16,6	17,6	-	17,4	-	-	-
Mollusques		87,5	96	82,3	83,3	88,2	75	52,9	40	52,2	55	67,6	61,5
	Bivalves	50	88,5	64,7	66,6	82,3	83,3	47,1	40	34,8	40	55,9	53,8
	Gastéropodes	25	30,7	38,2	8,3	8,8	16,6	17,6	15	17,4	30	5,9	7,7
	Céphalopodes	25	3,8	-	-	-	-	5,8	-	4,3	5	-	-
	Thécosomes	-	-	-	-	-	-	-	10	4,3	-	8,8	7,7
	Restes indéterminés	-	3,8	-	8,3	2,9	-	-	-	-	-	-	-
Vers		75	84,6	85,3	50	73,5	91,6	64,7	70	95,7	80	79,4	92,3
	Chétognathes	-	7,7	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Polychète	50	53,8	47,1	25	29,4	33,3	29,4	30	56,5	30	41,2	76,9
	Oligochètes	-	23,1	17,6	8,3	11,7	-	-	-	-	5	2,9	7,7
	Néreis	-	3,8	5,9	-	14,7	25	-	-	4,3	5	-	-
	Nématodes	12,5	23,1	26,5	8,3	23,5	8,3	-	15	4,3	5	29,4	-
	Restes indéterminés	12,5	26,9	38,2	41,6	52,9	91,6	52,9	55	73,9	95	91,2	84,6
Crustacés		75	84,6	82,4	50	58,8	58,3	47,1	35	56,5	20	61,8	23,1
	Décapodes	-	19,2	20,6	-	2,9	-	5,9	-	-	-	2,9	-
	Copépodes	12,5	15,4	14,7	8,3	2,9	-	-	-	13	5	2,9	-
	Ostracodes	25	15,4	8,8	16,6	5,8	8,3	5,8	5	4,3	5	5,9	7,7
	Cladocères	-	23,1	14,7	16,6	11,7	-	17,6	5	13	-	2,9	-
	Amphipodes	-	3,8	-	-	-	-	5,9	5	13	-	5,9	-
	Cumacés	-	7,7	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Restes indéterminé	50	57,7	47	33,3	52,9	41,6	41,2	20	42,8	20	47,2	23,1
	Echinodermes		12,5	30,8	23,5	-	23,5	8,3	5,9	5	17,4	10	38,5
Crinoïdes		-	-	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Holothurie		-	7,7	8,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ophiure		12,5	11,5	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oursin		12,5	15,4	11,8	-	23,5	8,3	5,9	5	17,4	5	38,5	2,9
Restes indéterm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Matière végétale		62,5	84,6	73,5	41,6	64,7	91,6	23,5	45	4,3	30	32,4	7,7
	Algue	50	88,5	73,5	13,8	61,7	91,6	17,6	25	4,3	15	17,6	-
	Posidonie	25	7,7	8,8	8,3	2,9	-	5,9	30	4,3	15	20,6	7,7
Larves		12,5	-	8,8	-	-	-	-	5	-	5	-	-
	Vers	12,5	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Crustacés	12,5	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mollusques	-	-	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Echinodermes	-	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-	-
Radiolaires					8,3	20,5	16,6	5,9	20	17,4	-	5,9	-
Œuf de poissons			3,8	14,7					5	4,3	-	-	15,4
Tintinides		12,5	3,8	-		5,8							
Ecaïlles		37,5	34,6	20,6	16,6	23,5	66,6	11,8	25		10	-	23,1
Vase			p	P		p	p		p	p	p		p



M, mollusques ; T, textularia ; P, polychètes ; Vég, Végétaux ; C, crustacés.

Figure 3.2. Préférences alimentaires des mâles, des jeunes femelles et des femelles adultes

La figure 3.2 représente la proportion des proies chez les mâles et les femelles (jeunes et adultes). Les préférences alimentaires semblent identiques pour les deux sexes et les différentes tailles avec une prédominance du genre *Textularia* des Foraminifères suivie par les Mollusques représentés essentiellement par les bivalves. Les Crustacés, les Végétaux et les Polychètes sont également représentés dans le régime alimentaire de *A. antennatus*.

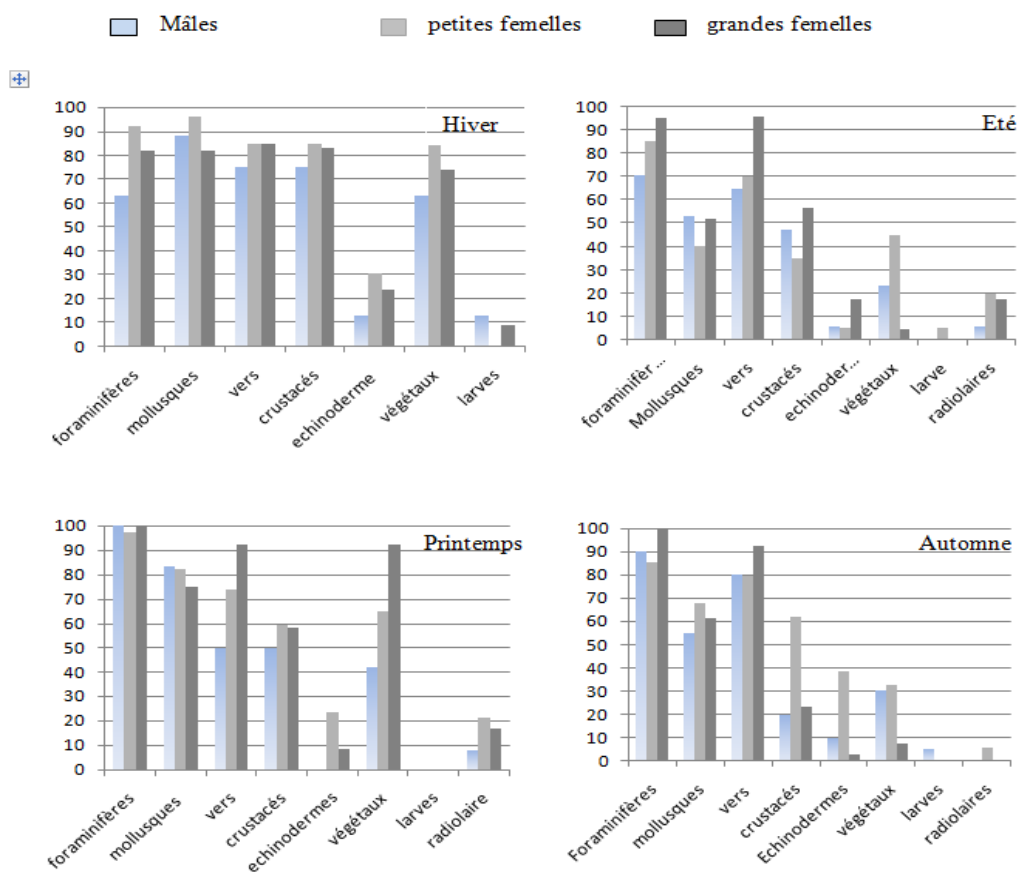


Figure 3.3. Fréquences saisonnières des groupes de proies en fonction du sexe et de la taille

Ces résultats se confirment dans la figure 3.3 qui représente en histogrammes les fréquences saisonnières des différents groupes de proies pour les mâles et les femelles jeunes et adultes.

3.1.2.3. Coefficient de vacuité

Les valeurs du coefficient de vacuité calculées en fonction des saisons sont reportées dans le tableau 3.7 et la figure 3.4.

Tableau 3.7. Coefficient de vacuité (Cv) en fonction des saisons de *Aristeus antennatus* femelle

Saison	Cv (%)
Hiver (janvier)	5,55
Printemps (avril)	3,33
Eté (juillet)	10
Automne (octobre)	5,63

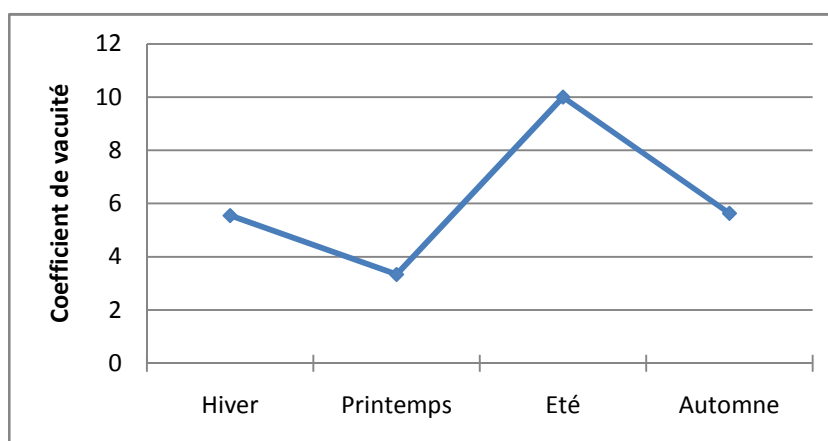


Figure 3.4. Evolution du coefficient de vacuité en fonction des saisons.

Dans l'ensemble, le coefficient de vacuité présente des valeurs relativement faibles. La plus faible valeur (3,33%) obtenue au printemps traduit une alimentation intense de l'espèce qui se prépare à la reproduction estivale, période durant laquelle l'activité trophique est faible (avec un Cv de 10 %).

Nos valeurs du coefficient de vacuité (de 3,33 à 10 %) comparées à celles des travaux de Cartes et Sardà (1989) en mer catalane (de 5 à 25%) sont relativement faibles. Cette différence est probablement liée à l'exploitation de cette crevette qui est pêchée essentiellement de nuit dans la région algéroise et exclusivement de jour en mer catalane. Du fait de l'alimentation nocturne des crevettes (Laubier, 1986 et Ribeiro-Cascalho, 1988), dans nos échantillons les individus récoltés viennent juste de s'alimenter et leur digestion est moins avancée.

3.1.2.4. Indice de réplétion

Les valeurs de l'indice de réplétion calculées en fonction des saisons sont reportées dans le tableau 3.8 et la figure 3.5 représente l'évolution saisonnière de cet indice.

Tableau 3.8. Indice de réplétion par saison chez *A. antennatus*

Saison	IR (%)
Hiver	3,34
Printemps	2,96
Eté	2,01
Automne	1,80

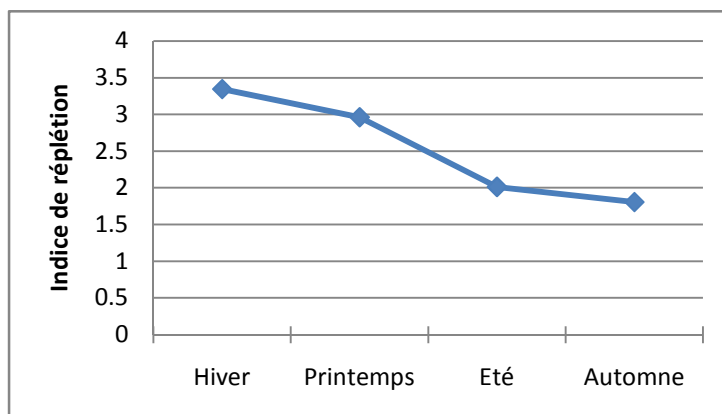


Figure 3.5. Evolution saisonnière de l'indice de réplétion.

Les valeurs relativement élevées en hiver et au printemps semblent indiquer que les femelles de *A. antennatus* présentent une activité trophique intense avant la ponte estivale. Ce résultat est en accord avec la forte valeur du coefficient de vacuité, observée précédemment. Après ponte, les femelles reprennent lentement leur alimentation ce qui se traduit par la très faible valeur de l'indice de réplétion obtenue en automne.

Le coefficient de vacuité et l'indice de réplétion révèlent une diminution de l'activité trophique au moment de la reproduction estivale chez *A. antennatus*. Kaporis (2004) signale une compression de l'estomac lors de la maturation des gonades chez *Parapeneaus longirostris*. Guillaum et al. (1999) signalent un jeûne physiologique durant la mue alors que Labropoulou et Kostikas (1999) observent chez certaines espèces de crevettes profondes une diminution de l'alimentation avec la profondeur.

3.1.3. Discussion

L'étude du régime alimentaire permet de déterminer le comportement trophique de l'espèce afin de situer sa répartition et son habitat. Maynou et Cartes (1997) notent que *Aristeus antennatus* se nourrissant de proies détritivores occupe une position basse dans la chaîne trophique et se trouve à un niveau intermédiaire entre benthique et mobile dans la colonne d'eau ou benthopélagique. Cockroft et McLachlan (1986) considèrent que le contenu stomacal des crevettes péneïdes renseigne sur la nourriture disponible sur le benthos dont les Foraminifères benthiques comptent parmi les organismes les plus communs. Les travaux de Muraour (1955) effectués dans la baie de Bou Ismail indiquent que les Foraminifères représentent parfois plus de 50% de la biomasse benthique, auxquels s'ajoutent quelques spicules calcaires d'éponges, des coquilles d'ostracodes et des radioles d'échinides.

En ce qui nous concerne, la crevette rouge de la région algéroise se nourrit essentiellement d'organismes benthiques (Foraminifères benthiques, Mollusques, Crustacés, et Vers) ainsi que de proies bathypélagiques (Foraminifères pélagiques (Globigerine et Uvegerine), Copépodes, Cladocères, Radiolaires, Tintinides et des larves) qui sont probablement chassées de nuit, durant sa migration nyctémérale. Ces observations, mettent ainsi en évidence que *A. antennatus* est une espèce benthopélagique.

De plus, il nous paraît utile de signaler certaines proies observées selon les saisons, notamment la prédominance des Bivalves au printemps, l'apparition des Amphipodes en été et celle des Ophiures en hiver, l'importance des Gastéropodes en hiver et en automne ainsi que l'augmentation des Polychètes en hiver et en automne. Notons également que le taux de diversité des proies est élevé en hiver et faible à l'automne. Enfin et en accord avec les travaux de Cartes et Sardà (1989), le régime alimentaire de cette crevette ne présente pas de variations notables en fonction de la taille et du sexe.

3.2. Coefficient de condition.

Le coefficient de condition représente les variations de l'embonpoint de poisson de même sexe et de taille égale, en fonction de la période de ponte, du milieu, de l'espèce et de l'abondance de nourriture (Williams, 2000).

Plusieurs coefficients sont proposées mais l'expression la plus simple à calculer et la plus fréquemment utilisée est le coefficient composite de condition ou de Fulton (Postel, 1973, in Nouar 2003) qui est défini par une relation dont le calcul est basé sur une hypothèse de croissance isométrique où le facteur b qui définit l'allométrie de croissance en poids est égale à 3

$$K = W / L^3 \times 100$$

Où W = Poids en gramme
 L = Longueur en millimètres

Si le paramètre b s'écarte trop de la valeur 3, le coefficient de condition va varier en fonction de la taille, il convient alors de ne comparer que les coefficients de conditions des individus de même classe de taille pour faire ressortir les variations réelles de ce coefficient. Dans ce cas, le coefficient relatif de condition K' est calculé par classe de taille, selon :

$$K' = (W_m / L^b) \times 100$$

Où K = coefficient de condition par classe de taille (de 2mm)
 W_m = Poids moyen en gramme de la classe de taille L
 L : centre de classe de taille (en mm)
 b : coefficient d'allométrie, de la relation $W = a L^b$, calculée mensuellement

Par ailleurs, plusieurs auteurs utilisent le coefficient d'allométrie a de la relation $W = a L^b$ comme coefficient de condition. Postel (1973, in Nouar 2003) estime que l'allométrie de croissance est absorbée par b et donc a constitue ce que l'on appelle le **coefficient net de condition**. Ce coefficient s'exprime par la relation suivante :

$$a = W / L^b$$

W = poids en gramme, L : longueur en mm

La valeur du coefficient de condition (a), exprime le même résultat que le K' . Celui-ci calculé à partir des classes de tailles les plus représentées dans nos échantillons. Une étude de sa variation saisonnière sera étudiée afin de suivre son évolution. Pour ces mêmes classes de tailles, l'analyse de l'évolution saisonnière des poids moyens (W_m) a aussi été abordée.

3.2.1. Résultat et discussion

Le coefficient relatif de condition a été calculé sur l'ensemble de l'échantillon regroupé en classe de taille de 2mm pour les deux sexes. Comme les échantillons saisonniers ne représentent pas tous les mêmes classes de tailles, il a été choisi un intervalle de longueur représentative pour chaque saison (cellules sombres dans le tableau).

Tableau 3.9. Variations saisonnières et par classe de taille des valeurs du Poids moyen (Wm) et du coefficient relatif de condition (K') chez les femelles.

Lc	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Wm	K'	Wm	K'	Wm	K'	Wm	K'
17								
19	4,3	0,4151141					4,002	0,38634571
21			4,49	0,3423365			5,17	0,3941826
23	4,94	0,3039294	5,26	0,3236171			5,76	0,35437922
25	6,2	0,313364	6,54	0,3305485	5,686	0,28738514	7,019	0,35475841
27	7,79	0,3283838	6,68	0,2815923	7,848	0,33082875	8,88	0,37433222
29	8,82	0,3141479	9,31	0,3316005	9,089	0,32372901	9,54	0,33979258
31	10,77	0,3277818	11,44	0,348173	10,377	0,31582096	13,09	0,39839032
33	13,24	0,347722	13,01	0,3416815	13,143	0,34517445	11,8	0,30990325
35	14,62	0,3342219	14,3	0,3269065	13,546	0,30966964	13,51	0,30884665
37	16,05	0,3218514	15,27	0,30621			24,44	0,49009643
39	15,2	0,2692237			14,095	0,24965182		
41					16,535	0,26029143		
43			15,45	0,2173751	25,97	0,3653872		
45					27,837	0,35184171		
Wm' (zone sombre)	10,24		10,21		9,94		10,63	
K'm (zone sombre)		0,32760356		0,32675039		0,31876799		0,34767057

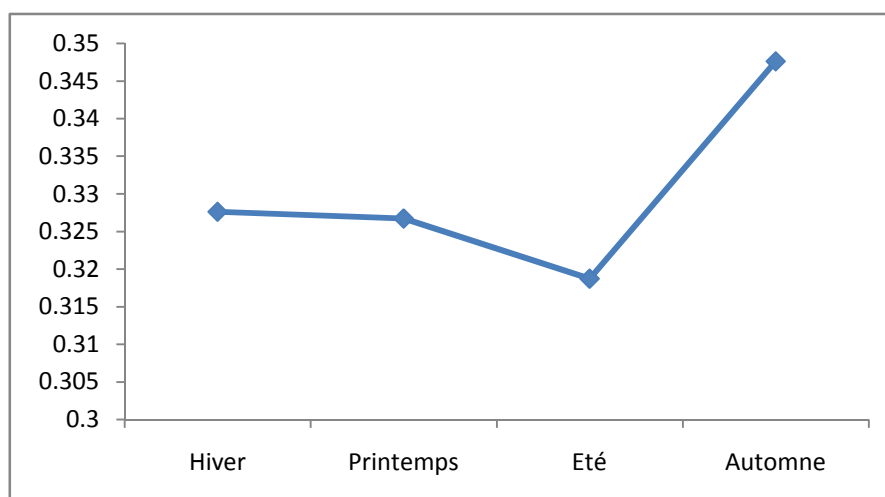


Figure 3.6. Variations saisonnières du coefficient relatif de condition (K') chez les femelles

Tableau 3.10. Variations saisonnières et par classe de taille des valeurs du Poids moyen (Wm) et du coefficient relatif de condition (K') chez les mâles.

Lc	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
	Wm	K'	Wm	K'	Wm	K'	Wm	K'
19	4,1	0,5038957					3,486	0,42843425
21	3,83	0,3748242	4,27	0,41788498	4,72	0,46192438	3,704	0,3624932
23			5,12	0,40735908	5,22	0,41531532	4,17	0,33177488
25			6,11	0,402096	6,8	0,44750455	4,94	0,32509889
27	8,16	0,4507194	7,26	0,40100768	7,56	0,41757825		
29	7,7	0,3614705			7,68	0,36053163	8,08	0,37930932
31							9,998	0,40324957
33							10,79	0,37747111
Wm'	5,95		5,69		6,4		7,41	
K'm		0,4227		0,407		0,4205		0,3725

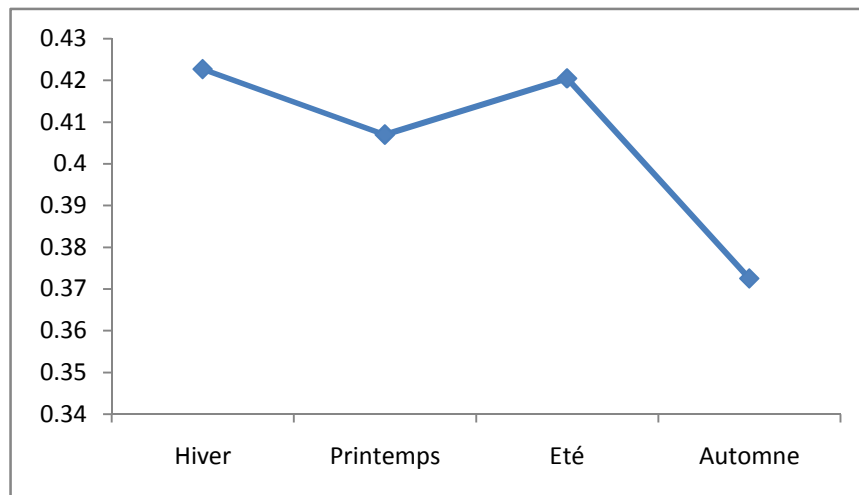


Figure 3.7. Variations saisonnières du coefficient relatif de condition (K') chez les mâles

La valeur du poids moyen chez les femelles ne varie pas beaucoup entre les saisons, il reste relativement stable entre 9,94g et 10,63g. La valeur faible du coefficient relatif de condition (K') est enregistrée en été avec 0,31 lors de la saison de maturation des gonades et de reproduction des femelles période pendant laquelle elles s'abstiennent de se nourrir. Juste après la ponte, en automne, le coefficient relatif de condition moyen calculé est le plus élevé (0,34). Ceci traduit une reprise intense de l'alimentation afin de compenser ses réserves énergétiques perdues lors de la ponte. La valeur du poids moyens calculé chez les mâles varie de 5,69g à 7,41g. Le coefficient relatif de condition affiche une valeur maximale en hiver (0,4227) et une valeur minimale en automne (0,37). Ce faible taux est dû probablement à l'émission des produits sexuels

Chapitre 4 : Reproduction

L'étude du sex-ratio, l'analyse des divers stades de maturité, l'estimation de la taille à la première maturité et la détermination de la période de ponte permettent de dégager les grands traits de la reproduction de *A. antennatus*.

4.1. Etude du sex-ratio

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

4.1.1. Sex-ratio en fonction de la taille

Le tableau (4.1) représente la distribution des fréquences tailles établie après un échantillonnage mensuelle sur une période d'une année. Ces données ont été classées en pas de 2mm.

Sur un total de 9029 individus, les femelles comptent 6758 individus et les mâles 2271 individus, ce qui représente un sex-ratio global de **75%** pour les premiers et **25%** pour les seconds.

La précision a été calculée d'après la relation donnée par Schwartz (1983):

$$\text{Précision} = 1.96 \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

avec **p** le pourcentage des femelles et **q** le pourcentage des mâles

La taille des femelles varie de 14mm à 65mm et les mâles de 16.5 mm à 33mm.

Le calcul de la taille moyenne pour les deux sexes, a donné un résultat de **30.94mm** de longueur céphalothoracique pour les femelles et de **24.62mm** pour les mâles. Garcia-Rodriguez et Esteban (1999) ont obtenues des valeurs proches : 31.21mm pour les femelles et 24.05 pour les mâles.

Aussi, un test de comparaison a été calculé afin de comparer entre les deux moyennes en appliquant la relation :

$$\xi = \frac{(m_1 - m_2)}{(\sqrt{(V_1/n_1) + (V_2/n_2)})}$$

avec : m_1 : taille moyenne des mâles ; m_2 : taille moyenne des femelles ;
 V_1 : variance des mâles ; V_2 : variance des femelles ;
 n_1 : effectifs des mâles ; n_2 : effectif des femelles.

La valeur calculée de ξ est de **54.99**, supérieure à la valeur lue dans la table de l'écart réduit pour un risque de 5% (1.96), indiquant une différence significative entre les deux tailles céphalothoraciques moyennes.

Tableau 4.1. Répartition par classe de taille de *Aristeus antennatus* des femelles et des mâles en effectifs et en pourcentage.

Lc (mm)	Effectif			Pourcentage		Précision au risque de 5%
	F	M	T	F	M	
15	8	0	8	100	0	0
17	67	13	80	83.75	16.25	8.0841
19	225	114	339	66.37	33.63	5.0292
21	398	387	785	50.70	49.30	3.4974
23	566	536	1102	51.36	48.64	2.9510
25	698	433	1131	61.72	38.28	2.8329
27	805	449	1254	64.19	35.81	2.6536
29	759	252	1011	75.07	24.93	2.6666
31	640	71	711	90.01	9.99	2.2038
33	515	16	531	96.99	3.01	1.4540
35	369	0	369	100	0	0
37	359	0	359	100	0	0
39	338	0	338	100	0	0
41	313	0	313	100	0	0
43	271	0	271	100	0	0
45	195	0	195	100	0	0
47	96	0	96	100	0	0
49	53	0	53	100	0	0
51	23	0	23	100	0	0
53	37	0	37	100	0	0
55	18	0	18	100	0	0
57	4	0	4	100	0	0
59	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0
65	1	0	1	100	0	0

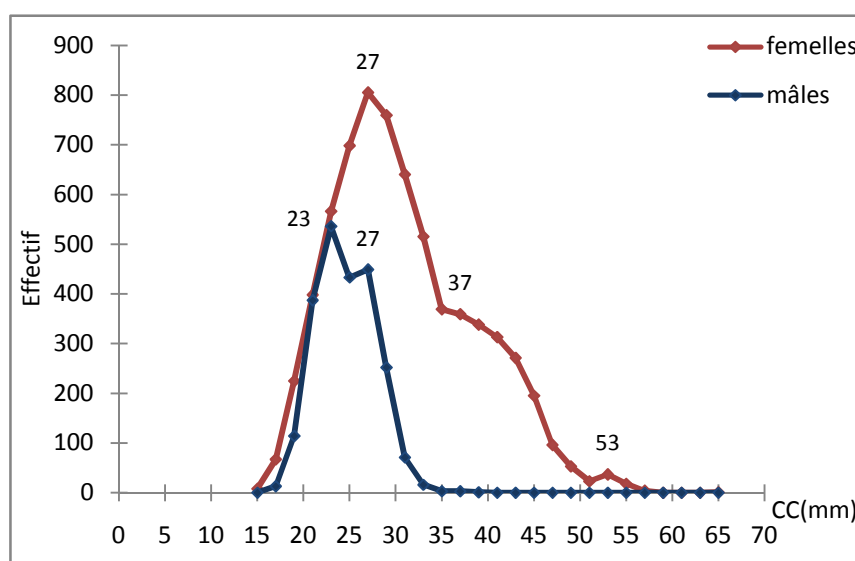


Figure 4.1. Distribution fréquence taille des femelles et des mâles de *Aristeus antennatus*

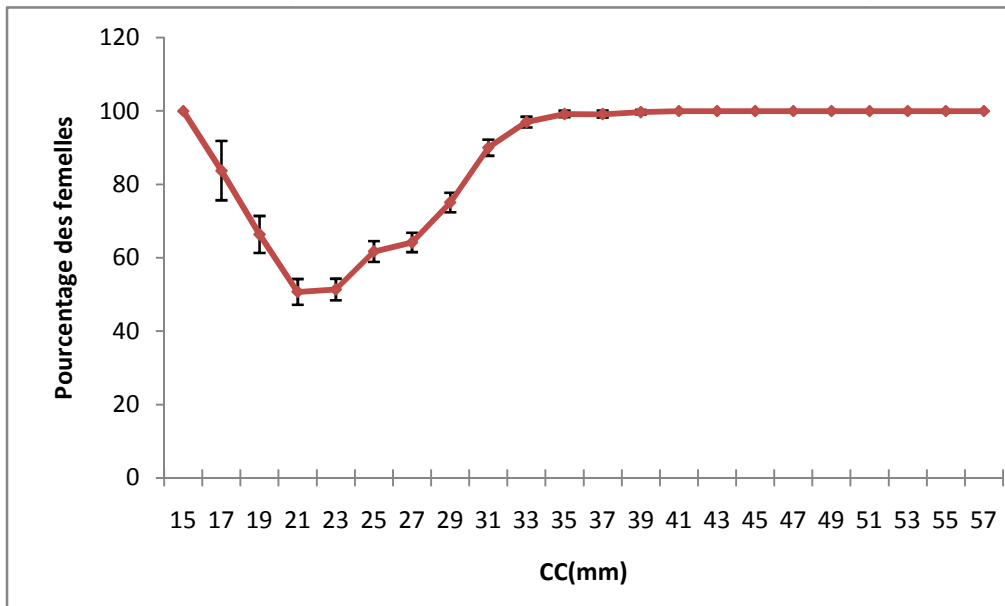


Figure 4.2. Pourcentage des femelles en fonction de la taille avec une précision au risque de 5%

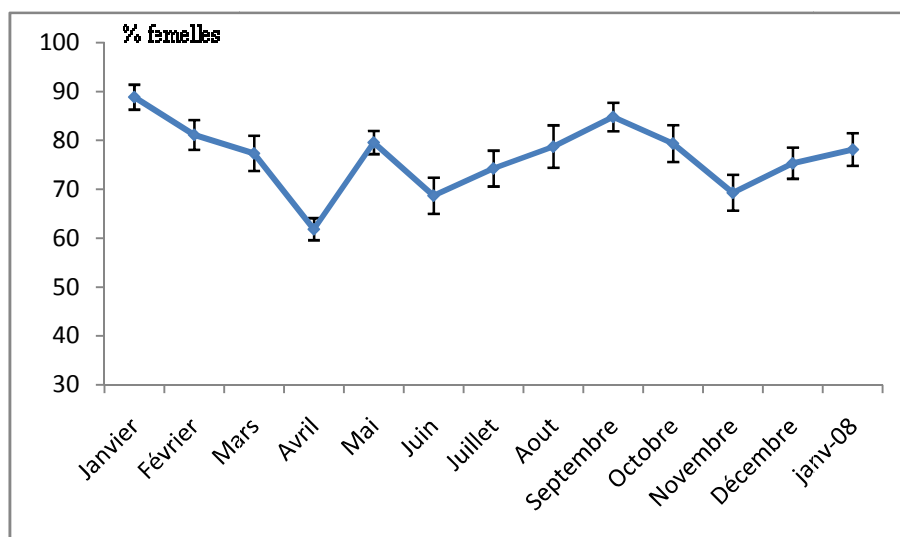


Figure 4.3. Pourcentage des femelles par mois

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

Trois modes principaux se distinguent pour les femelles : 27 et 37mm ainsi qu'un dernier à 53mm et deux pour les mâles : 23mm et 27mm

Le pourcentage des femelles par classe de taille est reporté sur la Figure 4.2. Pour la gamme de taille allant de 15 à 33mm, où les effectifs sont relativement élevés pour une bonne interprétation, ce pourcentage diminue jusqu'à 21mm et 23mm où il marque 50,7% pour la première taille et 51,3% pour la seconde. Ceci mène à observer un sex-ratio proche de 1 pour ces deux tailles. Au delà, les femelles continuent à dominer.

4.1.2. Evolution mensuelle du sex-ratio

Les résultats du sex-ratio, mois par mois, sont portés dans le Tableau 4.2.

Tableau 4.2. Répartition mensuelle des femelles et des mâles de *A. antennatus* en effectif et en pourcentage

Mois	Effectif			Pourcentage		Précision
	F	M	T	F	M	
Janvier-07	524	66	590	88,81	11,19	2,543
Février	519	121	640	81,09	18,91	3,033
Mars	399	117	516	77,33	22,67	3,612
Avril	1094	669	1763	62,05	37,95	2,263
Mai	886	228	1114	79,53	20,47	2,369
Juin	416	190	606	68,65	31,35	3,693
Juillet	406	141	547	74,22	25,78	3,665
Aout	270	73	343	78,72	21,28	4,331
Septembre	489	88	577	84,75	15,25	2,933
Octobre	353	92	445	79,33	20,67	3,762
Novembre	417	185	602	69,27	30,73	3,685
Décembre	525	172	697	75,32	24,68	3,200
Janvier-08	460	129	589	78,10	21,90	3,339
Total	6758	2271	9029	75	25	

Sur la Figure 4.3. sont reportés le pourcentage des femelles ainsi que sa précision au risque de 5 %. Pour les différents mois, ces pourcentages varient de 62,05 % en Avril à 88,8% en janvier. Ces valeurs mettent en évidence que l'espèce présente des variations mensuelles notables des abondances par sexe.

Cette étude montre que *A. antennatus* des côtes algéroises présente, une dominance des femelles par rapport aux mâles durant l'année. Néanmoins au printemps, le pourcentage des mâles augmente car ceux-ci rencontrent les femelles en cette période de l'année pour la fécondation.

Il est à signaler que ces résultats sont obtenus à partir de nos données issues de la pêche commerciale algéroise qui s'effectue sur des fonds chalutables. Ces derniers, situés entre 200 et 400 mètres de profondeur, ne représentent qu'une tranche de la large répartition bathymétrique de l'espèce. Afin de compléter cette étude, il serait intéressant de récolter des données qui permettent de définir le sex-ratio en fonction de la profondeur.

4.1.3. Evolution saisonnière du sex-ratio

Tableau 4.3. Répartition saisonnière des femelles et des mâles de *A. antennatus* en effectif et en pourcentage

Saison	Effectif			Pourcentage		Précision
	F	M	T	F	M	
Hiver	2028	488	2516	80,60	19,40	1,545
Printemps	2379	1014	3393	70,11	29,89	1,541
Été	1092	404	1496	72,99	27,01	2,250
Automne	1259	365	1624	77,52	22,48	2,030

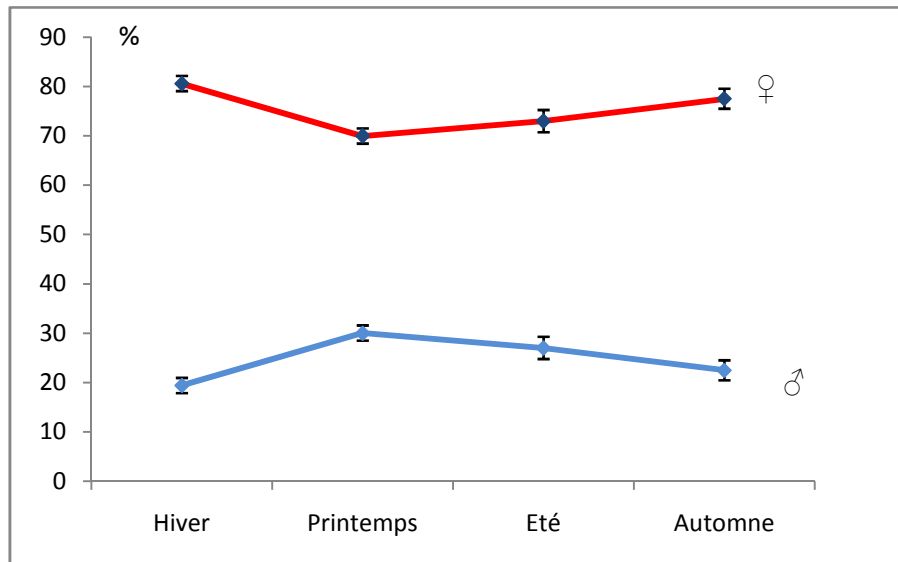


Figure 4.4. Evolution saisonnière du sex-ratio des femelles et des mâles de *A. antennatus*

En toutes saisons, les femelles dominent avec un taux de féminité qui va de 70,11% à 80,6%. Au printemps, ce taux diminue pour laisser une légère augmentation pour les mâles, ce qui démontre la rencontre des deux sexes pendant cette saison.

4.2. Etude de la maturité sexuelle

Lors des mensurations des crevettes, nous avons déterminé les stades de maturité sexuelle. Cette détermination s'effectue selon des critères morphologiques de la gonade tels que sa coloration et son volume.

Selon Garcia-Rodriguez et Esteban (2001), la maturité chez les femelles de *A. antennatus* a été déterminée par des observations macroscopiques, en suivant une échelle de trois stades. La maturité des mâles est déterminée par le rétrécissement du rostre et par la fusion du petasma (Demestre et Fortunato, 1992).

L'échelle basée sur des critères morphologiques, est moins précise que celle basée sur des critères histologiques, cependant elle présente l'avantage d'une détermination facile et rapide des différents stades.

4.2.1. Suivi de la maturité sexuelle.

L'apparition des femelles fécondées débute en avril avec un pourcentage de 69%. Ce pourcentage augmente jusqu'au mois de juillet (91%) puis chute considérablement pour atteindre les 8% en septembre. Ceci est en accord avec les observations de Demestre (1995) qui a observé qu'une haute fréquence des spermatozoïdes se trouvant dans le thélycum des femelles est obtenue entre mai et septembre avec un pourcentage de femelles fécondées allant de 80 à 100%. En ce qui concerne les mâles, leur activité reproductive s'observe toute l'année.

Tableau 4.4. Pourcentage des femelles fécondées.

Mois	Pourcentage de femelles fécondées
Avril	69
Mai	69
Juin	84
Juillet	91
Aout	57
Septembre	08

Tableau 4.5. Evolution des stades de maturité de mai à septembre

Stade de maturité	Effectifs en pourcentage				
	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre
1	95,3	50,1	35,2	89,8	99,4
2	3,3	27,5	36,7	6,6	0,4
3	1,3	22,4	28,1	3,6	0,2

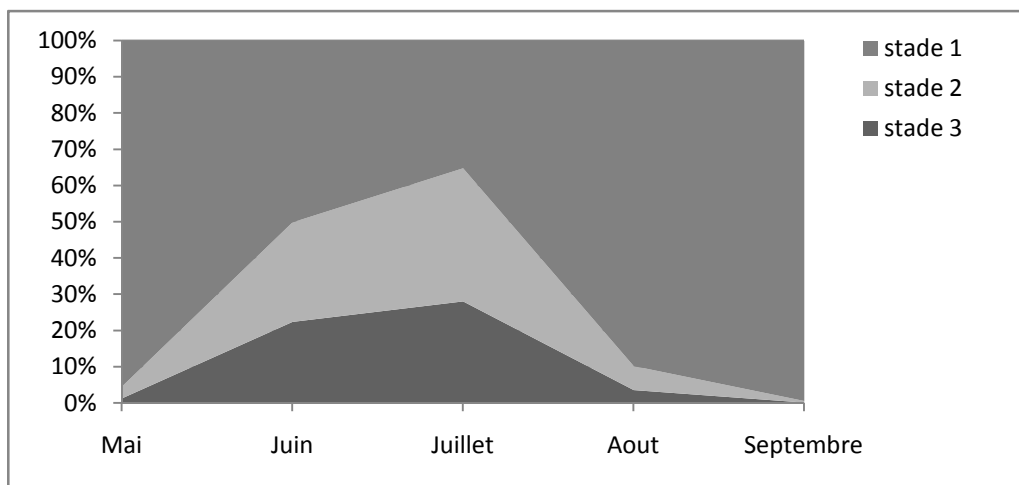


Figure 4.5. Evolution des stades de maturité de mai à septembre

La période de ponte est basée sur le pourcentage des femelles matures (stade 3), qui est intense en juillet. Demestre (1995) note que les femelles sont capables de faire au moins une ponte par mois durant juin, juillet et Aout.

4.2.2. Taille à la première reproduction.

La taille à la première reproduction ou taille de première maturité est un paramètre important pour la gestion des stocks. Ce paramètre permet de situer, dans un stock donné, les individus qui participent à la reproduction contribuant ainsi au renouvellement du stock.

Mac Gregor (1966) définit la taille de première reproduction à partir du plus petit individu mature ou du plus grand individu immature. Fontana et Le Guen (1969), par méthode statistique, déterminent cette taille qui correspond à l'ordonnée 50 % de la courbe du pourcentage d'individus matures durant la période de ponte.

Dans notre cas, l'estimation de la taille à la première reproduction à partir du plus petit individu mature est de 22mm pour les femelles et de 19mm pour les mâles.

Par la méthode statistique, les pourcentages d'individus matures en fonction de la taille sont reportés dans les Tableaux 4.6. et 4.7. respectivement pour les femelles et les mâles.

Les courbes du pourcentage des femelles et mâles matures par classe de taille de 2mm sont représentées sur les figure 4.6 et 4.7. où un lissage a été réalisé par Excel.

Tableau 4.6. Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle chez les femelles de *A. antennatus*

CC(mm)	Nombre de femelles immature (I)	Nombre de femelles matures (II, III)	Nombre total des femelles	Pourcentage des femelles mature
17	5		5	0
19	35		35	0
21	43	1	44	2,27273
23	28	7	35	20
25	53	35	88	39,7727
27	76	104	180	57,7778
29	84	147	231	63,6364
31	46	105	151	69,5364
33	22	67	89	75,2809
35		62	62	100
37		38	38	100
39		32	32	100
41		31	31	100
43		31	31	100
45		16	16	100
47		9	9	100

Tableau 4.7. Estimation statistique de la taille à la première maturité sexuelle chez les mâles de *A. antennatus*

CC (mm)	Nombre de mâles immature	Nombre de mâles mature	Nombre total des mâles	Pourcentage de mâles matures
17	2	0	2	0
18	9	1	10	10
19	18	4	22	18,18
20	22	15	37	40,54
21	10	28	38	73,68
22	7	42	49	85,71
23	3	25	28	89,29
24	1	28	29	96,55
25	0	21	21	100
26	0	23	23	100
27	0	11	11	100

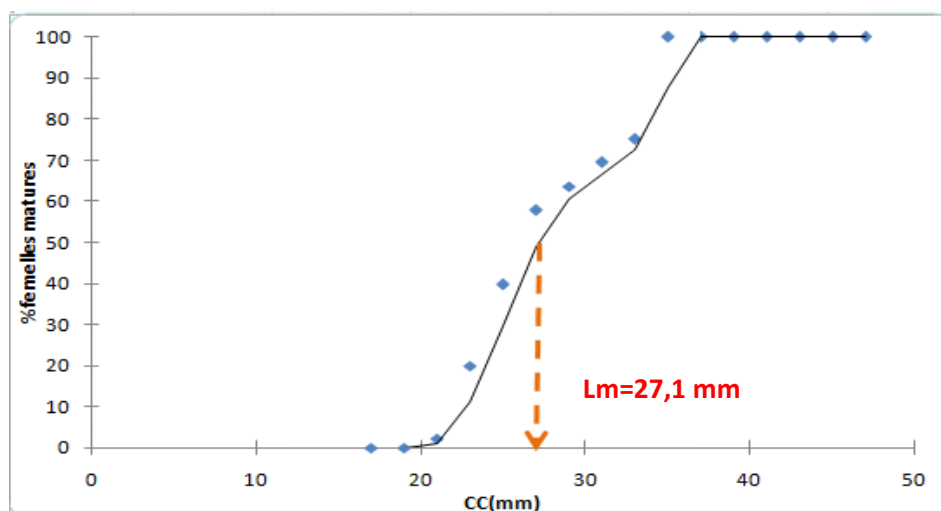


Figure 4.6. Détermination de la première maturité sexuelle (L_{50}) chez les femelles

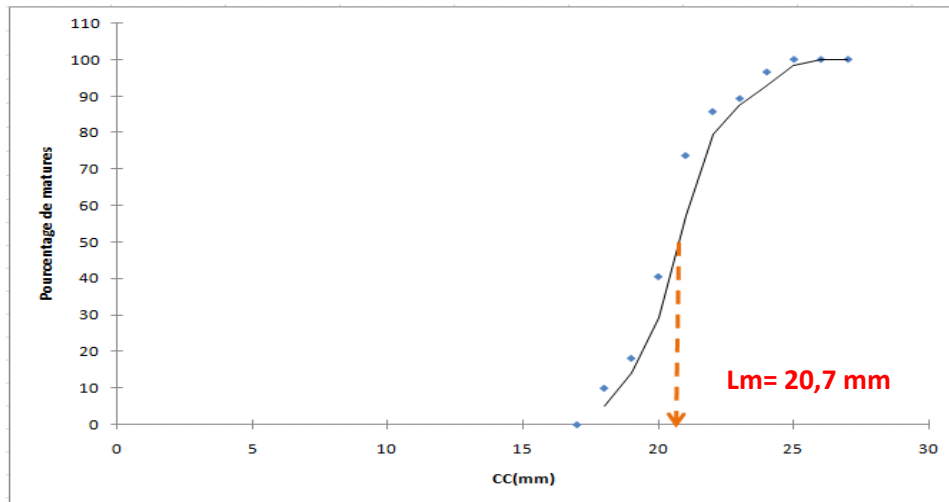


Figure 4.7. Détermination de la première maturité sexuelle (L_{50}) chez les mâles

Par approche statistique, la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) pour les femelles est de **27,1mm** et **20,7mm** pour les mâles. Ces valeurs sont comparables à ceux obtenus par différents auteurs et dont les résultats sont illustrés dans le tableau 4.8. La maturation est donc atteinte au cours de la première année.

Tableau 4.8. Taille de première maturité sexuelle des mâles et des femelles établies par différents auteurs

Auteur	Année	Région	L50 femelle (mm)	L50 mâle (mm)
Orsi Relini	1980	Ligure	27	
Sardà et Demestre	1987	Catalane	26	21
Ribeiro-Cascalho	1988	Portugal	29	22
Martinez-Banos et <i>al.</i> ,	1990	murcia	27-28	21-22
Demestre et Martin	1993	catalonia	26	21
Carbonell	1994	Ibiza	24	20
Carbonell	1994	Iles Baléares	26	20
Yahiaoui	1994a	Alger	22	
Martinez-Banos	1997	murcia	24-27	20-22
Orsi Relini et Relini	1998a		24	
Garcia Rodriguez et Esteban	1999	Ibiza	21,9	18,1
Garcia Rodriguez et Esteban	2001	Alicante	25,6	21,5

Chapitre 5. 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 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.

5.1. Croissance linéaire

L'application des différentes méthodes à nos données a été effectuée à partir du logiciel FISAT II (Gayanilo et *al.*, 1995).

5.1.1. Etude de la croissance par analyse des structures d'âge

En biologie des pêches, la méthode qui consiste à étudier l'évolution des modes dans une distribution de fréquences de longueur (ou de taille) a été introduite par Petersen (1892). Cette méthode, basée sur l'étude de la distribution de fréquences d'un caractère métrique, permet de déterminer indirectement l'âge (méthode indirecte).

Dans une distribution, les tailles des individus nés à la même époque, c'est à dire appartenant à la même classe d'âge, se répartissent sous forme d'une gaussienne dont le mode peut être suivi régulièrement dans le temps. Ainsi, sur l'ensemble de la distribution on détermine les différents modes en longueur correspondant chacun à une classe d'âge.

Toutefois, l'application de cette méthode qui nécessite une période de ponte limitée dans le temps, présente des limites dans la détermination des paramètres des différentes classes d'âge. En effet, pour chaque classe d'âge la longueur moyenne est estimée par la valeur modale qui n'est qu'une approximation et dont la précision dépend de la symétrie de la distribution.

Par ailleurs, pour cause de chevauchement des classes d'âge cette méthode a été améliorée par des analyses plus rigoureuses qui offrent des voies de résolution d'une distribution symétrique ou en composantes gaussiennes. Parmi ces méthodes on peut citer celle de Harding, (1949), de Tanaka (1960), de Cassie (1954), de Hasselblad (1966), de Bhattacharya (1967), de Gheno et Leguen, (1968) et le programme NORMSEP de Hasselblad et Thomlinson (1971).

Enfin, il est à remarquer que le choix de l'intervalle de classe dans l'application de cette méthode a une grande importance pour la mise en évidence des différentes classes d'âge et leur suivi dans le temps.

5.1.1.1. Analyse des distributions de fréquences 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 (Garcia et Rodriguez, 1999 ; Papaconstantinou et Kapiris, 2001).

Sur les distributions mensuelles de fréquences de taille, représentées en polygone, nous avons déterminé les modes qui correspondent aux différents âges. Ainsi, pour chaque mois un mode représente une classe d'âge ; pour l'ensemble des mois la moyenne des modes (ou longueur moyenne) représente la classe d'âge de l'espèce.

Nous avons également appliqué la méthode de Bhattacharya (1967) qui, dans l'ensemble, nous donne les mêmes classes d'âge. Les paramètres calculés par cette méthode, proches des valeurs obtenues précédemment, ne sont pas reportés dans ce travail ; ils nous ont permis de confirmer notre analyse.

5.1.1.2. Résultats de la méthode indirecte

Les Figures 5.1 et 5.2 représentent les distributions mensuelles de fréquences de taille des femelles et des mâles.

A partir de ces distributions, les différents modes obtenus pour chaque mois sont reportés par classe d'âge dans le Tableau 5.1.

La clé âge – longueur obtenue montre que pour un âge donné la longueur moyenne des mâles est presque égale à celle des femelles au cours de la première année, par la suite l'écart se creuse où on observe une faible croissance des mâles.

5.1.1.3. Expression mathématique de la croissance

5.1.1.3.1. Modèle utilisé

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 :

$$Lc_t = Lc_{\infty} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

avec Lc_t : longueur au temps t ,
 Lc_{∞} : longueur asymptotique quand t tend vers l'infini,
 t_0 : temps où la longueur est supposée nulle,
 K : coefficient de croissance.

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 cette équation peuvent être déterminés par différentes méthodes notamment celles de Ford (1933) et Walford (1946), de Gulland (1969) et de Tomlinson et Abramson (1961).

Les deux premières méthodes sont basées sur une transformation linéaire du modèle et supposent la connaissance des longueurs atteintes à différents âges séparés par un même intervalle de temps.

La méthode de Tomlinson et Abramson (1961), décrite par le programme de Abramson (1971), est basée sur un principe d'ajustement de type moindres carrés de la courbe de Von Bertalanffy :

- elle permet de mieux apprécier les estimations des paramètres en faisant intervenir la variance qui représente la dispersion des points observés par rapport à la courbe ajustée ;
- elle considère toutes les valeurs observées, alors que les deux autres méthodes éliminent la dernière valeur.

Pour ces raisons nous avons choisi, pour notre étude, la méthode de Tomlinson et Abramson (1961) dont les calculs nécessitent l'emploi d'un programme informatique qui fournit, en tenant compte de l'ensemble des valeurs expérimentales, les paramètres de l'équation ainsi que les valeurs théoriques calculées. Une fois la clé âge-longueur déterminée, la méthode de Bhattacharya par le biais du FISAT II peut être appliquée, elle est représentée par les deux figures 5.3 et 5.4.

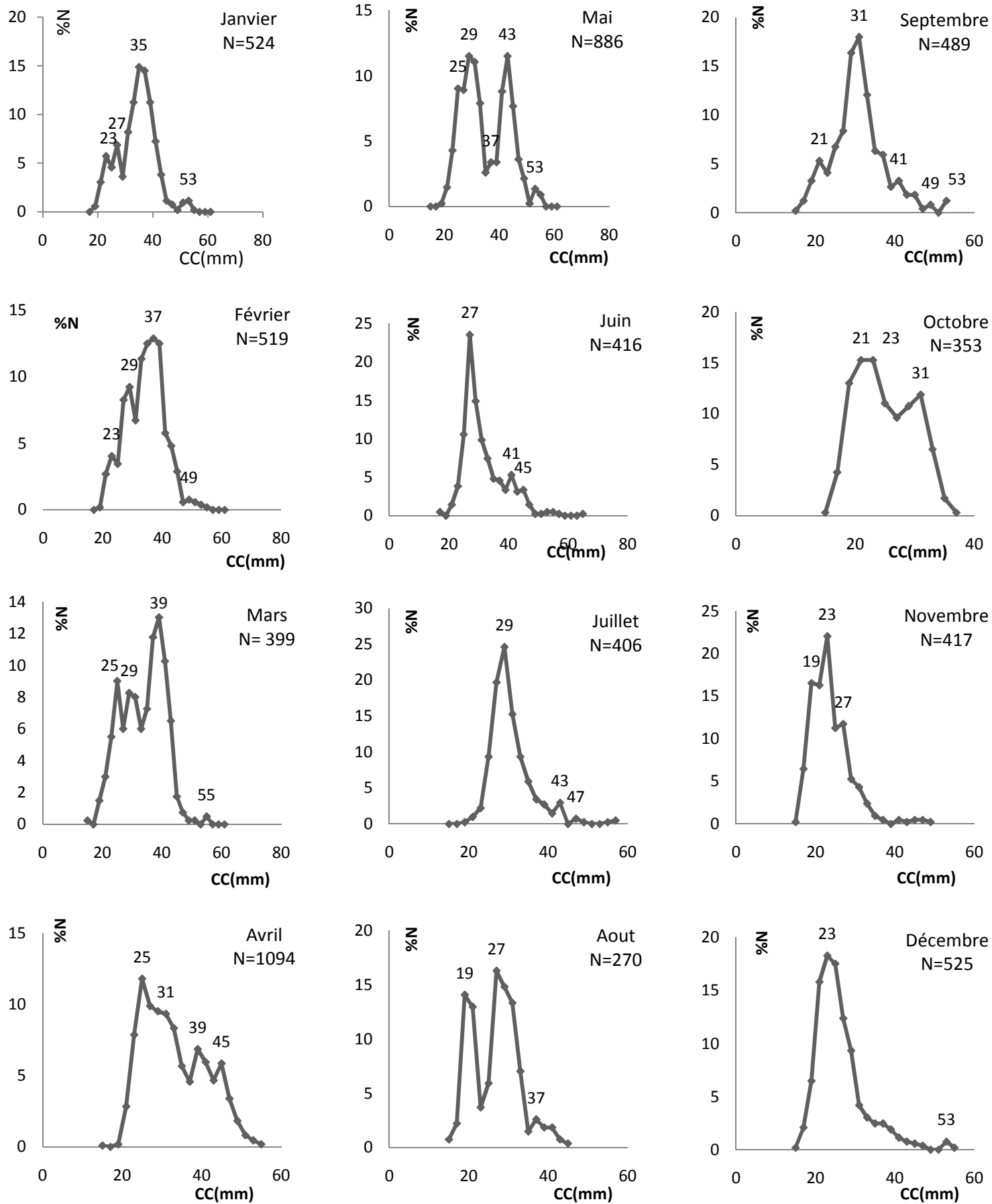


Figure 5.1. Distribution fréquence-taille chez *Aristeus antennatus* femelles

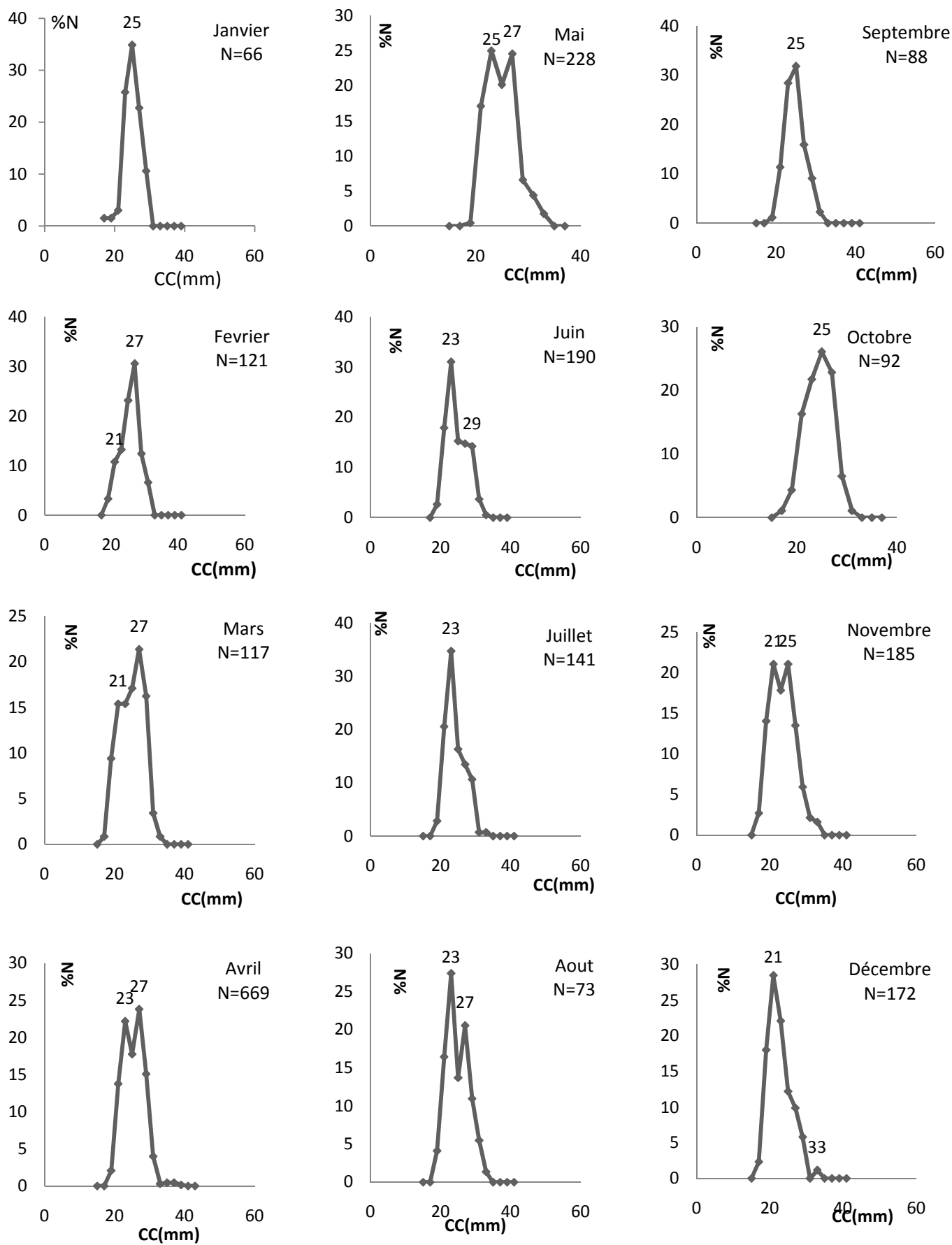


Figure 5.2. Distribution fréquence-taille chez *Aristeus antennatus* mâles

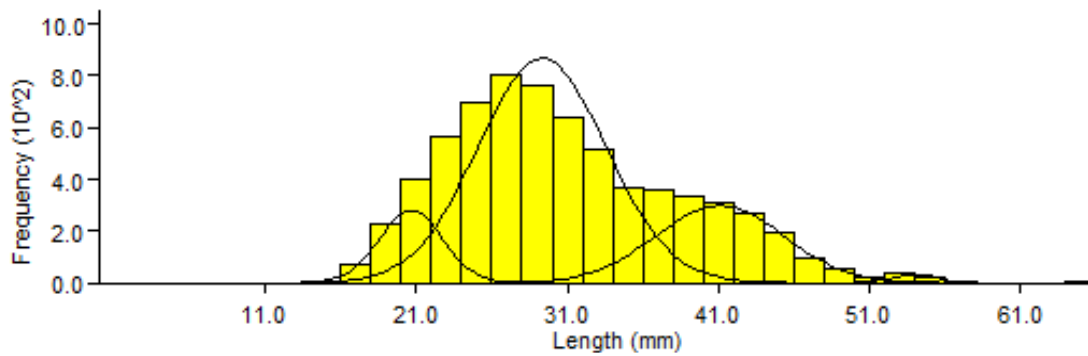


Figure 5.3. Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Aristeus antennatus* femelle en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

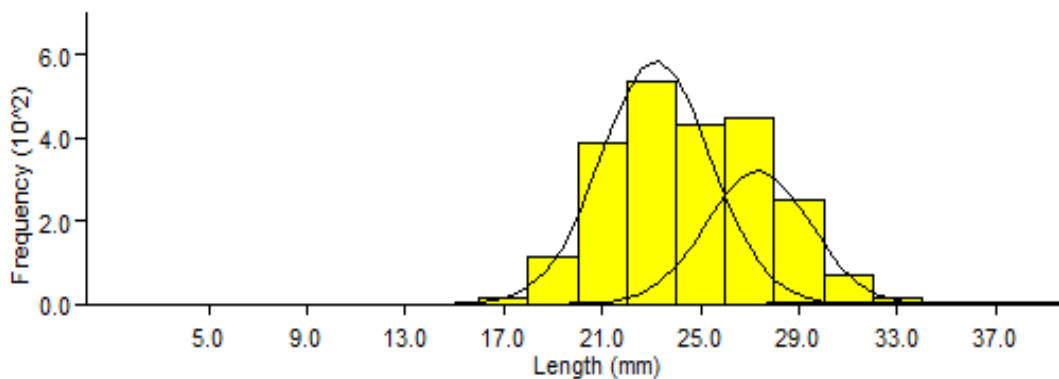


Figure 5.4. Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Aristeus antennatus* mâle en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2004).

Tableau 5.1. Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (FISAT II)

Age (mois)	Lc ♀ (mm)	Lc ♂ (mm)	Age (mois)	Lc ♀ (mm)	Lc ♂ (mm)
13	20	20	34	40	28
14	21	21	35	41	29
15	21	21	36	43	30
16	21	22	37		
17	24	23	38	45	
18	25	23	39		
19	26	23	40	46	
20	27	23	41		
21	27	23	42		
22	28	23	43		
23	28	23	44	46	
24	29	24	45	48	
25	29	25	46		
26	30	26	47		
27	30	26	48		
28	30	27	49		
29	36	28	50		
30	36	28	51		
31	36	28	52		
32	37	28	53	52	
33	38	28			

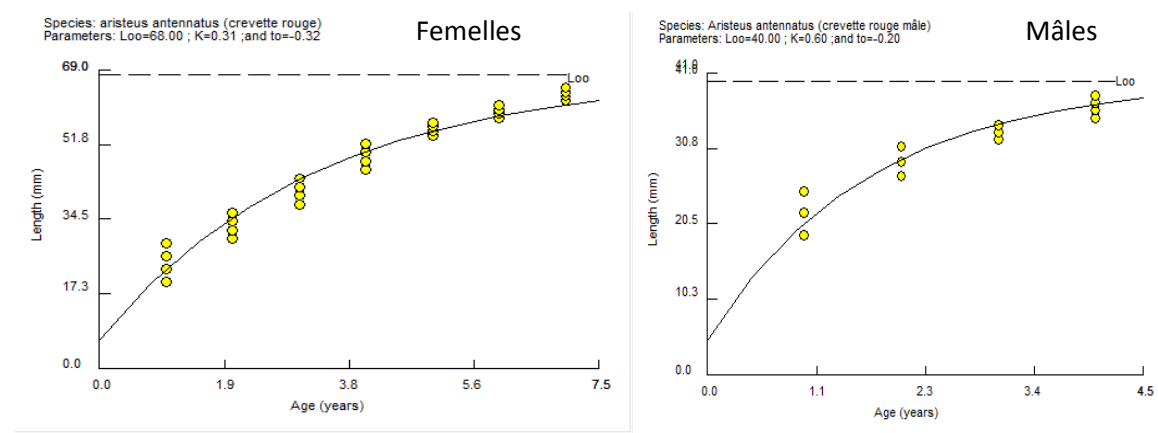
Au bout de leur première année, les femelles atteignent 29 mm et les mâles 24 mm, ce même résultat a été noté par Garcia-Rodriguez et Esteban (1999), qui ont relevé 29 mm pour les premiers et 23 mm pour les seconds. Papaconstantinou et Kapiris (2001) observent 30,25mm pour les femelles et 25,58mm pour les mâles. Cette analyse de structure d'âge a permis d'établir quatre classes d'âge pour les femelles et de trois classes d'âge pour les mâles.

5.1.1.3.2. Détermination des paramètres de croissance

Les paramètres de croissance L_{∞} , K et t_0 déterminés à partir des clés âge-longueur obtenues par la méthode indirecte (ou analyse des distributions de fréquences de taille) pour les mâles et les femelles de *A. antennatus* sont consignés dans le Tableau 5.2.

Tableau 5.2. Paramètres de croissance obtenus par l'analyse des distributions de fréquence taille

Paramètre	L_{∞} (mm)	K (an^{-1})	t_0 (an)	\emptyset'
Femelle	68	0,31	-0,32	3,15
Mâle	40	0,60	-0,20	2,98



● Longueur observée

Figure 5.5. Courbe théorique de croissance linéaire de *Aristeus antennatus* obtenus par analyse des données de taille par âge (FISAT II)

La méthode de Tomlinson et Abramson (1961) est représentée par la figure 5.5. La longueur asymptotique L_{∞} des femelles est plus élevée que celle des mâles. Ces différences sont liées aux résultats de la clé âge – longueur obtenus (Tableau 5.1).

La vitesse de croissance déterminée par \emptyset' ($= \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_{\infty}$) présente, dans l'ensemble, pour les deux sexes valeur proche de 3.

5.1.2. Etude de la croissance par analyse des structures de taille

5.1.2.1. Méthodes utilisées

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 du t_0 .

Pour la première méthode, Powell (1979, *in* Sparre et Venema, 1996), dont les travaux ont été analysés par Wetherall et *al.* (1987), propose une application de l'équation (1) de Beverton et Holt (1956) où L_m représente la longueur moyenne des poissons de longueur L' et plus et 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 .

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

$$L_m - L' = a + b L' \quad (2) \quad \text{où} \quad Z/K = -(1 + b) / b \quad \text{et} \quad L_{00} = -a / b$$

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 .

Pour l'estimation de K , Pauly et Munro (1984) présentent une méthode basée sur la valeur de vitesse de croissance \emptyset' calculée à partir des valeurs de L_∞ et K selon la relation :

$$\emptyset' = \text{Log}_{10} K + 2 \text{Log}_{10} L_\infty$$

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 \emptyset' à partir de la relation précédente. Dans le cas où l'on dispose de plusieurs couples (L_∞ , K), la valeur moyenne \emptyset'_m permet d'estimer K , en considérant le L_∞ obtenu précédemment (par la méthode de Powell-Wetherall), selon la relation :

$$\text{Log}_{10} K = \emptyset'_m - 2 \text{Log}_{10} L_\infty \quad \text{d'où} \quad K = 10^{\emptyset'_m - 2 \text{Log}_{10} L_\infty}$$

Enfin, connaissant L_∞ et K , l'estimation du paramètre t_0 est obtenue à partir de l'équation empirique préconisée par Pauly (1980) de la forme :

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

5.1.2.2. Résultats de l'analyse des structures de taille

Les distributions de fréquence de taille obtenues à partir de 6758 femelles et de 2271 mâles sont consignées dans le Tableau 5.3. L'application de la méthode de Powell-Wetherall représentée sur la Figure 5.6 pour les femelles et sur la Figure 5.7 pour les mâles fournit les paramètres L_∞ et Z/K qui sont de 66.05 mm et 4.88 pour les femelles et 36.01 mm et 3,75 pour les mâles.

Pour l'estimation de \emptyset'_m , un calcul de \emptyset' 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 **3,303** a été obtenu pour les femelles et **2,913** pour les mâles. Ainsi, la valeur de K , estimée à partir de la méthode de Pauly et Munro est de 0,46 an^{-1} pour les femelles et de 0,63 an^{-1} pour les mâles.

Quant à la valeur de t_0 calculée à partir de l'équation de Pauly, elle est de - 0,286 ans pour les femelles et de - 0,244 ans pour les mâles.

Tableau 5.3 : Distribution des fréquences-taille de *Aristeus antennatus*

CC (mm)	Effectif femelle	Effectif males
15	8	0
17	67	13
19	225	114
21	398	387
23	566	536
25	698	433
27	805	449
29	759	252
31	640	71
33	515	16
35	369	0
37	359	0
39	338	0
41	313	0
43	271	0
45	195	0
47	96	0
49	53	0
51	23	0
53	37	0
55	18	0
57	4	0
59	0	0
61	0	0
63	0	0
65	1	0

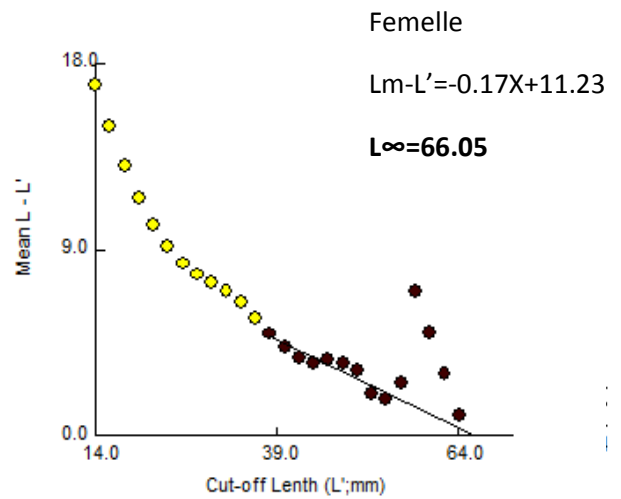


Figure 5.6 : Détermination de L_{∞} et Z/K des femelles par la méthode de Powell-Wetherall

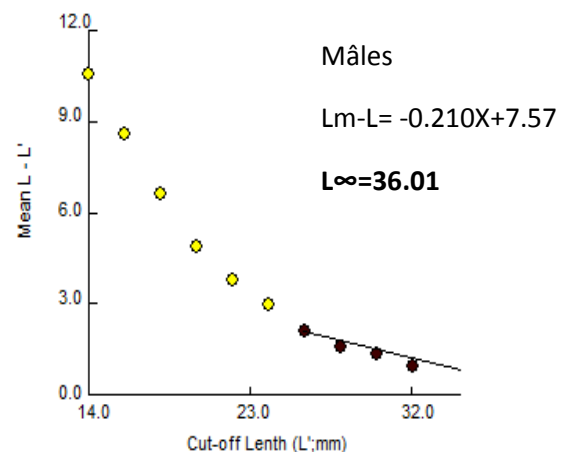


Figure 5.7 : Détermination de L_{∞} et Z/K des mâles par la méthode de Powell-Wetherall

Tableau 5.4. Paramètres de croissance obtenus par analyse des structures de taille

Sexe	$\emptyset'm$	Z/K	$L_{c\infty}(mm)$	K (annuel)	t_0 (annuel)
Femelles	3,303	4,88	66,05	0,46	-0,286
Mâles	2,913	3,75	36,01	0,63	-0,244

5.1.2.3. Choix des paramètres de croissance

Dans les méthodes indirectes, les distributions de fréquence de taille établies d'un mois à un autre sont hétérogènes; les générations, souvent mal représentées, ont rendu difficile leur suivi et interprétation notamment pour les jeunes et les plus âgées. En effet, cette méthode présente l'inconvénient de perdre de la précision dans les classes âgées lorsque le taux de croissance diminue et que les classes modales tendent à se confondre. De ce fait, dans nos échantillons les valeurs de la longueur asymptotique obtenues se trouvent surestimées.

Les paramètres de croissance obtenus par analyse des structures de taille sont retenus pour l'estimation de la croissance pondérale et la détermination des indices d'exploitation de *A. antennatus*.

Par ailleurs, la différence de croissance observée entre les deux sexes et nos résultats obtenus sur le sex-ratio semblent indiquer une croissance différente entre les femelles et les mâles.

L'équation de Von Bertalanffy de *A. antennatus* dans cette étude est :

$$Lc_t = 66,05 (1 - e^{-0,46 (t - 0,286)}) \text{ pour les femelles}$$

$$Lc_t = 36,01 (1 - e^{-0,63 (t - 0,244)}) \text{ pour les mâles}$$

Nos résultats sont en accord avec ceux des travaux obtenus sur l'étude de la croissance de *A. antennatus* en Méditerranée (Tableau 5.5).

Tableau 5.5. Paramètres de croissance (L_∞ et K) obtenus par différents auteurs en régions méditerranéennes

Auteur	Région	Année	L_∞		K	
			♀	♂	♀	♂
Sarda et Demestre	Mer catalane	1987	76		0,3	
Spedicato et <i>al.</i> *	Sud de la mer Tyrrhénienne	1992	66,8		0,55	
Demestre et Lleonart	Nord Ouest de la Méditerranée	1993	76	54	0,3	0,25
Yahiaoui	Alger	1994a	65	35	0,33	0,45
Yahiaoui	Alger	1994b	70	40	0,37	0,41
Carbonell	Majorque	1994	74	46	0,4	0,47
Campillo	Golfe de Lion	1994	63,5		0,52	
Dos Santos et Ribeiro Cascalho	Sud du Portugal	1994	75,4		0,36	
Martinez-Banos et Mas	Espagne Sud-Est	1994	75	52	0,38	0,27
Arculeo et <i>al.</i>	Sicile	1994	69,4		0,337	
Demestre	Espagne	1994	74,4	46	0,3	0,3
D'Onghia et <i>al.</i>	Italie	1994	66,2	54,6	0,93	0,99
Ragonese et <i>al.</i>	Sicile	1994	72		0,45	
Yahiaoui	Alger	1995	66,02		0,31	
Papaconstantinou et Kapiris	Mer ionienne	2001	65	58	0,43	0,39
Amara	Alger	2002	58,11	35,55	0,549	0,567
Merbah	Alger	2002	68,25	35,55	0,398	0,56

* : *in* Orsi Relini et Relini, 1998

5.2. Croissance relative

La croissance d'un individu se traduit toujours par la croissance des différentes parties du corps qui le constituent.

Certaines relations entre deux grandeurs mesurables du corps peuvent être formulées en équation, permettant ainsi d'exprimer la valeur d'un paramètre à partir de la mesure d'un autre. Le but de cette étude de la biométrie est de disposer de ces relations afin d'établir la croissance relative à partir de la croissance linéaire.

Le problème de toute étude de la biométrie est le choix d'une relation qui caractérise le mieux possible deux dimensions étudiées. Cela revient à choisir un coefficient qui soit le plus représentatif de l'allométrie. On applique le coefficient de régression ou pente de la droite de régression qui relie ces deux variables. Cette droite est obtenue par un ajustement de type moindres carrés.

5.2.1. Etablissement des différentes relations

Sur un total de 320 individus de *A. antennatus* avec 263 femelles et 57 mâles, les relations calculées se rapportent aux équations entre :

- La longueur totale (LT) et la longueur céphalothoracique (Lc) ;
- La longueur céphalothoracique (Lc) et le poids total (Wt) ;
- La longueur totale (LT) et le poids total (Wt).

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau 5.6 et 5.7. 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. Pour les longueurs, le céphalothorax présente une croissance moins marquée que l'abdomen.

Tableau 5.6. Relations biométriques de *A. antennatus*

Relation	Sexe	Equation	r	N
WT en fonction de LC	Femelles	$Wt = 0,003 Lc^{2,358}$	0,951	263
	Mâles	$Wt = 0,004 Lc^{2,276}$	0,948	57
	Total	$Wt = 0,003 Lc^{2,357}$	0,961	320
WT en fonction de LT	Femelles	$Wt = 0,033 Lt^{2,278}$	0,857	263
	Mâles	$Wt = 0,007 Lt^{2,952}$	0,920	57
	Total	$Wt = 0,024 Lt^{2,404}$	0,896	320
LC en fonction de LT	Femelles	$Lc = 0,225 Lt + 2,097$	0,827	263
	Mâles	$Lc = 0,289 Lt - 4,0606$	0,907	57
	Total	$Lc = 0,756 Lt + 0,745$	0,869	320

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 annuel de ce paramètre est de **2,358** pour les femelles, **2,276** pour les mâles et **2,357** pour les deux sexes confondus.

Par ailleurs, afin de situer nos résultats nous avons reporté, à titre indicatif, dans le Tableau 5.7 les résultats de la relation entre le poids total et la longueur céphalothoracique obtenus par d'autres auteurs.

Tableau 5.7. Relation Poids Total (WT) – Longueur Céphalothoracique (LC) obtenue sur *A. antennatus* par différents auteurs.

Auteur	Année	Région	Sexe	Relation WT/LC
Dos Santos et Ribeiro Cascalho	1994	Sud Portugal	Femelles	$W_t = 0,0022 L_c^{2,494}$
			Mâles	$W_t = 0,00227 L_c^{2,482}$
Fiorentino et al.	1996	Bassin Ligure		$W_t = 0,0024 L_c^{2,386}$
Garcia-Rodriguez et Esteban	1999	Ibiza	Femelles	$W_t = 0,0024 L_c^{2,48}$
			Mâles	$W_t = 0,003 L_c^{2,4}$
			Total	$W_t = 0,002 L_c^{2,47}$
Papaconstantinou et Kapisiris	2001	Mer ionienne	Femelles	$W_t = 0,003 L_c^{2,35}$
			Mâles	$W_t = 0,004 L_c^{2,27}$
			Total	$W_t = 0,003 L_c^{2,35}$

Nos résultats, en accord avec les différents travaux, indiquent que pour cette espèce en Méditerranée le coefficient **a** est entre 0,002 et 0.01, avec une allométrie minorante de la relation taille - poids (**b** < 3).

5.2.2. Croissance pondérale

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 en gramme,
L_∞ : longueur asymptotique en centimètre,
b : coefficient de la croissance relative entre le poids et la longueur.

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

$$W_t = 58,66 (1 - e^{-0,46(t - 0,286)})^{2,358} \text{ pour les femelles}$$

$$W_t = 13,94 (1 - e^{-0,63(t - 0,244)})^{2,276} \text{ pour les mâles}$$

Chapitre 6. Exploitation

Dans ce chapitre certains paramètres d'exploitation tels que les coefficients de mortalité, les tailles et âges de recrutement et de sélection sont déterminés afin de les intégrer, avec d'autres paramètres notamment ceux de la croissance, dans un modèle d'évaluation.

6.1. Mortalités

6.1.1. Méthodes d'études

Les coefficients de mortalité totale (Z), naturelle (M) et par pêche (F) indispensables pour l'application d'un modèle d'exploitation sont estimés à partir de méthodes et équations dont les principes sont décrits sommairement dans ce travail.

6.1.1.1. Estimation de la mortalité totale

Différentes approches permettent l'estimation du coefficient instantané de mortalité totale (Z). En ce qui nous concerne, nous avons utilisé des méthodes basées sur la courbe de capture fondée sur la composition en longueur. 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 non 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).

Nous avons également utilisé des équations empiriques simples ou méthodes approchées qui donnent directement une estimation de ce coefficient.

Parmi les méthodes basées sur la courbe de capture, en plus de la méthode utilisée, nous citerons celle de Powell-Wetherall déjà décrite (chapitre croissance) qui permet l'estimation de Z/K ; à partir du K retenu pour l'étude de la croissance, le coefficient instantané de mortalité totale Z est alors déterminé.

La troisième méthode, est celle de Jones et Van Zalinge. 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 égale à Z/K .

Pour ce qui est des méthodes approchées, Beverton et Holt (1956) ont montré une relation entre le coefficient de mortalité totale (Z) et la longueur ou l'âge. Ainsi, Z peut être estimé à partir de l'équation (1) fondée sur les données de longueur ou à partir de l'équation (2) fondée sur les données d'âge.

$$Z = K ((L_\infty - L_m) / (L_m - L_c)) \quad (1)$$

L_∞ et K sont les paramètres de croissance de von Bertalanffy,
 L_m est la taille moyenne des captures à partir de L_c et plus,
 L_c représente la taille à partir de laquelle tous les individus sont pleinement capturés, ou taille de capture.

$$Z = 1 / tm - tc \quad (2)$$

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

6.1.1.2. Estimation de la mortalité naturelle

Différentes méthodes basées sur des équations empiriques notamment celles de Taylor (1960), de Algaraja (1984), de Pauly (1980) et de Djabali et *al.*(1993) permettent d'estimer la mortalité naturelle (M).

L'équation de Algaraja (1984):

$$M_{1\%} = - \ln(0.01)/T_m \quad \text{Où } T_m, \text{ la longévité de l'espèce exprimée en année.}$$

L'équation de Taylor (1960) :

$$M = 2.996 / A_{0.95} \quad \text{avec } A_{0.95} = (2.996 / K) + t_0$$

L'équation de Pauly (1980) utilisée pour la détermination de M est :

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

L'équation de Djabali et *al.*(1993) utilisée pour la détermination de M est :

$$\log_{10} M = 0,736 - 0,114 \log_{10} L_{\infty} + 0,522 \log_{10} K - 0,583 \log_{10} T^{\circ}$$

L_∞ : représente la longueur totale asymptotique exprimée en centimètre,

K : paramètres de croissance (par an),

T[°] : température moyenne en degrés Celsius.

6.1.1.3. Estimation de la mortalité par pêche

Après avoir obtenu la valeur de la mortalité totale Z et celle de la mortalité naturelle M, la détermination de la mortalité par pêche F s'effectue à partir de la relation suivante :

$$F = Z - M$$

6.1.2. Résultats des différents coefficients de mortalité

6.1.2.1. Coefficient de mortalité totale (Z)

La distribution de fréquence de taille de *A. antennatus* a permis dans le chapitre croissance d'appliquer la méthode de Powell–Wetherall. Deux autres méthodes sont basées sur la courbe de capture est sont représentées par la Figure 6.1 et 6.2, représentant respectivement la courbe de capture linéarisée, et la courbe de Jons et Van Zalinge.

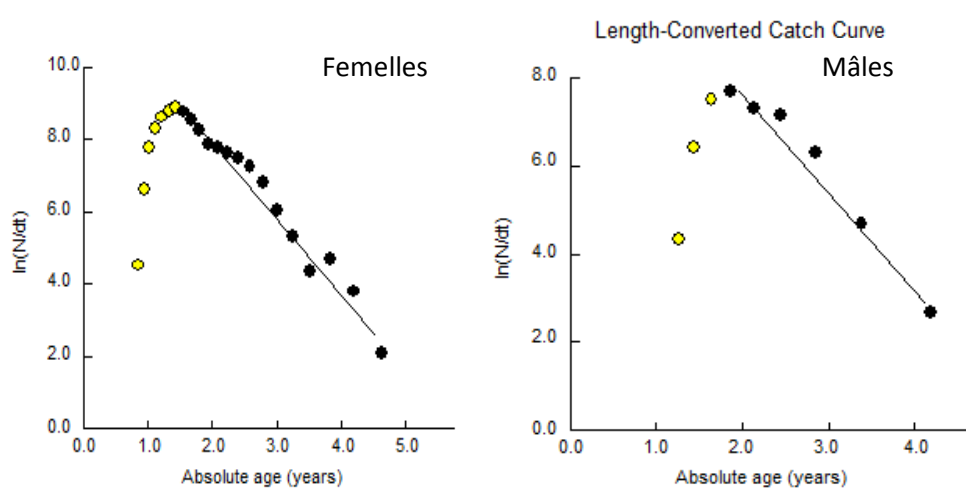


Figure 6.1. Courbe de captures linéarisée

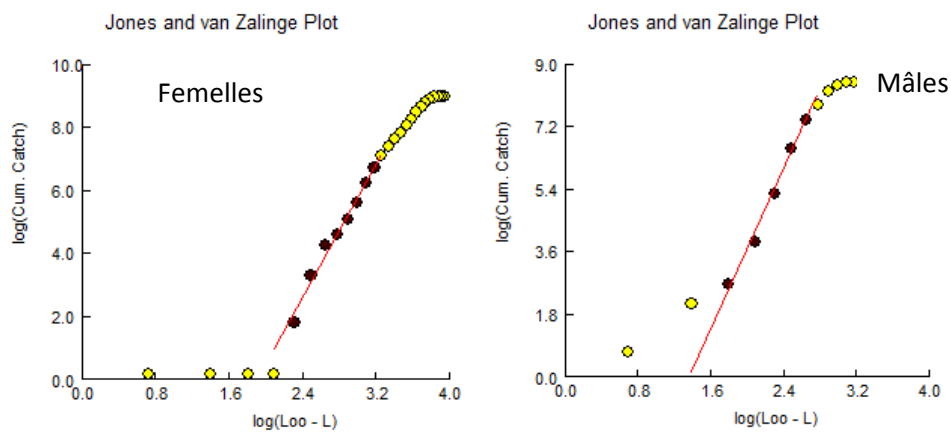


Figure 6.2. Courbe de Jones et Van Zalinge

Tableau 6.1. Coefficient de mortalité totale (Z) obtenu par différentes méthodes

Méthode	Z (an ⁻¹)	
	femelles	mâles
Courbe de captures selon les longueurs	2,06	2,21
Beverton et Holt	2,55	2,85
Powell-Wetherall	2,24	2,36
Jones et Van Zalinge	2,41	2,92

Dans l'ensemble, les valeurs du coefficient de la mortalité totale obtenues par les différentes méthodes sont proches. Les résultats de la méthode de la courbe de captures selon les longueurs sont retenus. Ainsi, le coefficient de mortalité totale Z de *A. antennatus* des côtes algéroises est de $2,06 \text{ an}^{-1}$ pour les femelles et de $2,21 \text{ an}^{-1}$ pour les mâles.

6.1.2.2. Coefficient de mortalité naturelle (M)

L'application des différentes méthodes pour l'évaluation du coefficient de mortalité naturelle (M), a donné le résultat résumé dans le Tableau 6.2.

Tableau 6.2. Coefficient de mortalité naturelle (M) obtenu par différentes méthodes

Méthode	M (an^{-1})	
	femelles	mâles
Pauly	0.604	0.879
Taylor	0.48	0.599
Djabali et al.	0.504	0.637
Alagaraja	0.706	0.967

Pour les femelles, avec les paramètres de croissance définis précédemment ($K = 0,46$ et $L_{\infty} = 66,05\text{mm}$) et une température moyenne de 13°C , la valeur de M estimée et retenue est celle de l'équation de Djabali et al (1993). Cette valeur est égale à **$0,504 \text{ an}^{-1}$** .

Concernant les mâles, soumis à une même température et pour les paramètres de croissance définis précédemment ($K = 0,63\text{an}^{-1}$ et $L_{\infty} = 36,01\text{mm}$), la valeur de M estimée et retenue est celle de l'équation de Djabali et al (1993). Cette valeur est égale à **$0,637\text{an}^{-1}$**

Nous avons opté pour la valeur obtenue par l'équation de Djabali et al (1993) du fait que cette dernière se base sur des stocks méditerranéens.

6.1.2.3. 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 côte algéroise est de $1,53 \text{ an}^{-1}$ pour les femelles et de $1,57 \text{ an}^{-1}$ pour les mâles. La valeur du taux d'exploitation E calculée à partir du rapport F/Z est égale à 0,75 pour les premiers et de 0,71 pour les seconds.

Tableau 6.3. Les coefficients de mortalité totale, naturelle, par pêche et le taux d'exploitation

Paramètre	Femelle	Mâles
Z (an^{-1})	2,06	2,21
M (an^{-1})	0,504	0,637
F (an^{-1})	1,536	1,573
E= F/Z	0,753	0,711

6.2. Recrutement et sélection

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).

6.2.1. Méthodes d'étude

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 :

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

Z représente le coefficient de mortalité totale ;

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 II (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 Bertalanffy.

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.

6.2.2. Résultats

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, Campany et *al.* (2003) ont observé une première apparition des juvéniles.

La valeur de 0.417 an est ainsi retenue comme âge de recrutement pour les deux sexes.

Ces recrues ont une taille céphalothoracique comprise entre 10 et 12mm (Sardà et *al.* 2003).

Les probabilités de capture obtenues à l'aide du logiciel FISAT II sont reportées dans les Figures 6.3 et 6.4. La taille de première capture L_c déterminée est de 24,7mm pour les femelles qui correspond à un âge, estimé à l'âge de première capture t_c , de 0,73 an et de 21,26mm pour les mâles correspondant à 1,17 an.

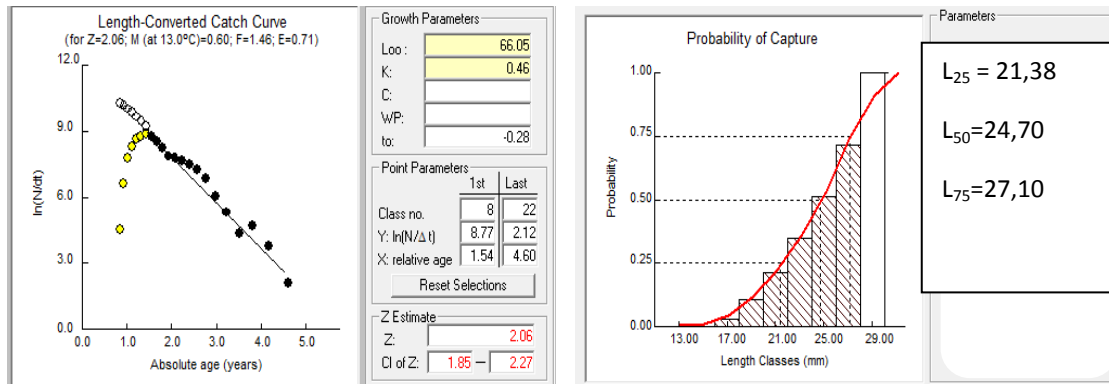


Figure 6.3. Détermination des probabilités de captures de *A. antennatus* femelles

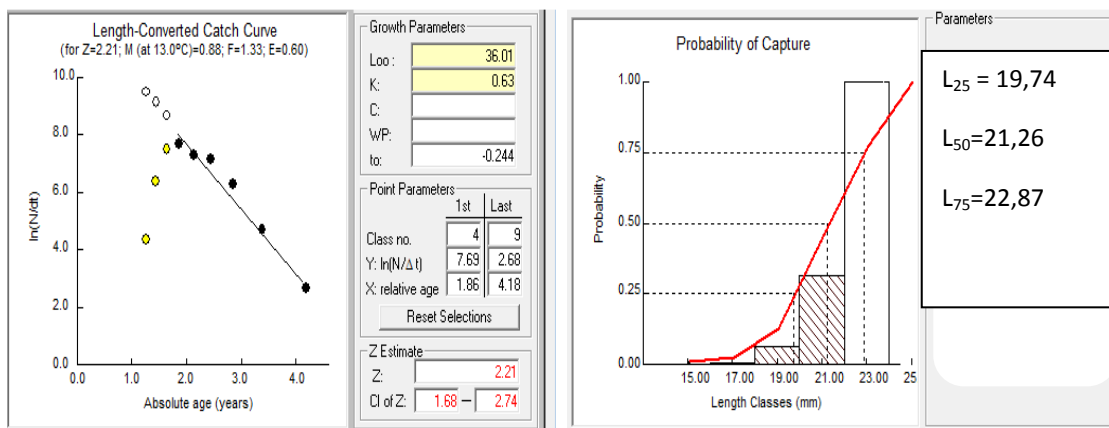


Figure 6.4. Détermination des probabilités de captures de *A. antennatus* mâles

6.3. Approche analytique de l'exploitation

Garcia et Le Reste (1981) ainsi que Gulland et Rothschild (1984) ont étudié la dynamique de *Aristeus antennatus* pour chaque sexe compte tenu du dimorphisme sexuel et les différences dans les paramètres de croissance entre les femelles et les mâles. Dans cette étude nous avons procédé de la même manière.

6.3.1. Evaluation du rendement par recrue

Dans la dynamique des populations exploitées, consacrée aux réactions d'un stock à une pression de pêche, on peut soit chercher un modèle simplement capable de décrire ces réactions par une formule mathématique, soit au contraire tenter de les expliquer en les ramenant à des phénomènes élémentaires. Dans le premier cas, on utilise des modèles globaux qui font intervenir l'effort total de pêche et les captures correspondantes, alors que dans le second, on fait appel aux modèles analytiques qui tiennent compte des paramètres biologiques de l'espèce étudiée (Laurec et Le Guen, 1981).

Ne disposant pas de données sur l'effort de pêche et les captures correspondantes, nous avons utilisé un modèle analytique. Ce modèle permet d'évaluer le rendement par recrue, c'est à dire par individu de taille (ou d'âge) donné entrant dans la pêcherie en fonction de l'intensité de la

pêche appliquée à un stock, intensité à laquelle le coefficient instantané de mortalité par pêche est directement lié, et l'âge à la première capture qui dépend de la taille de la maille du chalut. Il nous a permis également de prévoir l'évolution du rendement lorsque varient ces deux facteurs de l'exploitation.

6.3.1.1. Modèle utilisé

Le modèle analytique utilisé est celui de Beverton et Holt (1966). Il exprime le rendement relatif par recrue (Y'/R), en permettant de déterminer le rapport entre rendement et l'effort de pêche pour différentes tailles de premières captures, il appartient à la catégorie des modèles fondés sur la longueur (Sparre et Vanema, 1996). Ce modèle exige moins de paramètres que celui de Beverton et Holt (1957) tout en étant particulièrement adapté pour évaluer l'effet d'une réglementation sur la grandeur des mailles.

L'expression de Y'/R est :

$$Y'/R = E U^{M/K} [1 - 3U / (1+m) + 3U^2 / (1+2m) - U^3 / (1+3m)]$$

$$\text{avec } m = (1-E) / (M/K)$$

$$\text{et } U = 1 - (Lc / L\infty)$$

Cette expression utilise trois paramètres : M/K , $Lc/L\infty$ et E .

E représente le taux d'exploitation, égale à F/Z .

le FISAT II a permis l'application du modèle de Beverton et Holt (1966), celui-ci est utilisé afin d'évaluer le rendement et la biomasse relatifs par recrue (Y'/R) en déterminant auparavant le rendement par recrue (Y/R) de Beverton et Holt (1957) placé en annexe.

La biomasse relative par recrue (B'/R) (Tableau D.3. et D.4. en annexe D) est évaluée à partir de la relation suivante :

$$B'/R = (Y'/R)/F$$

D'autres paramètres sont fournis dans ce modèle comme le E_{max} , $E_{0.1}$ et $E_{0.5}$ exprimés graphiquement.

E_{max} : Exploitation avec rendement productif maximum,

$E_{0.1}$: Taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R de 1/10ème par rapport à $E=0$

$E_{0.5}$: Valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée.

Par ailleurs, l'analyse du rendement par recrue traité par le logiciel VIT (Leonart et Salat, 1992) programmé par Maynou (1999- 2000) donne une estimation du rendement par recrue.

Ce logiciel permet de calculer le point de référence biologique $F_{0.1}$. Cette valeur de niveau de pêche, dite encore F_{cible} , est la valeur par laquelle la pente de la courbe de rendement par recrue est égale à 10 % de la pente de cette courbe à l'origine (au moment où $F=0$) (Cadima, 2002).

Caddy (1998), mentionne que le F_{MSY} , dit encore le F_{Max} , qui est à l'origine du MSY, fait aussi partie des points limites de référence biologique qui sont des valeurs maxima de mortalité par pêche ou des valeurs minima 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. Suite à ces recommandations, la connaissance de $F_{0.1}$ et de F_{MSY} de *Aristeus antennatus* s'impose dans la région algéroise.

6.3.1.2. Résultats et discussion

Les paramètres de croissance et d'exploitation (Tableau 6.4) obtenus précédemment ont permis de calculer les rendements par recrue Y/R et Y'/R .

Tableau 6.4. Paramètres de croissance et d'exploitation de *A. antennatus* utilisés pour le calcul de Y/R et Y'/R .

paramètre	W_{∞} (g)	K (année)	T_0 (année)	Z (/année)	M (/année)	F (/année)	Lc r (mm)	Tr (année)	Lc c' (mm)	Tc' (année)
♀	58.66	0.46	-0.28	2.06	0.504	1.53	10-12	0.417	24.7	0.738
♂	13.94	0.63	-0.24	2.21	0.637	1.57	10-12	0.417	21.26	1.17

Les rendements relatifs par recrue Y'/R calculés pour différentes valeurs de E et de Lc pour les femelles et les mâles, sont reportés dans le Tableau 6.5 et 6.6 et illustrés par les Figures 6.5a et 6.6a.

La taille actuelle de première capture (Lc = 24,7mm pour les femelles et 21,26mm pour les mâles) est en rouge sur les deux graphiques.

Tableau 6.5. Rendement relatif par recrue en fonction de E et pour différentes valeurs de Lc pour les femelles

		Y/R									
Lc	E	20	21	22	23	24	25	26	27	28	24.7
0.1		0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.02	0.02	0.02	0.021
0.2		0.037	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038
0.3		0.05	0.05	0.051	0.051	0.05	0.051	0.052	0.052	0.052	0.051
0.4		0.058	0.059	0.059	0.06	0.061	0.061	0.062	0.062	0.063	0.061
0.5		0.062	0.063	0.064	0.065	0.066	0.067	0.067	0.068	0.069	0.066
0.6		0.06	0.062	0.063	0.065	0.066	0.068	0.069	0.07	0.072	0.067
0.7		0.054	0.056	0.058	0.06	0.062	0.064	0.066	0.068	0.069	0.063
0.8		0.043	0.046	0.048	0.051	0.053	0.056	0.058	0.061	0.063	0.055
0.9		0.031	0.033	0.036	0.039	0.041	0.044	0.047	0.05	0.053	0.043
1		0.02	0.022	0.025	0.027	0.03	0.033	0.036	0.04	0.043	0.032

Tableau 6.6. Rendement relatif par recrue en fonction de E et pour différentes valeurs de Lc pour les mâles

Lc E	Y/R										21.26
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
0.1	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.02	0.02	0.019	0.021
0.2	0.042	0.042	0.042	0.041	0.041	0.04	0.04	0.039	0.038	0.037	0.01
0.3	0.057	0.058	0.058	0.058	0.057	0.057	0.056	0.056	0.055	0.053	0.056
0.4	0.069	0.07	0.07	0.071	0.071	0.071	0.071	0.07	0.069	0.067	0.07
0.5	0.076	0.078	0.079	0.08	0.081	0.082	0.082	0.082	0.081	0.08	0.082
0.6	0.078	0.081	0.083	0.085	0.087	0.089	0.09	0.09	0.09	0.089	0.09
0.7	0.075	0.079	0.083	0.086	0.089	0.092	0.094	0.095	0.096	0.096	0.094
0.8	0.068	0.073	0.077	0.082	0.086	0.09	0.094	0.097	0.099	0.1	0.095
0.9	0.056	0.062	0.068	0.073	0.079	0.085	0.09	0.094	0.098	0.101	0.091
1	0.043	0.05	0.056	0.063	0.07	0.076	0.083	0.089	0.094	0.098	0.084

Pour les différentes tailles de première capture **Lc** et en fonction du taux d'exploitation **E**, le rendement relatif par recrue **Y'/R** augmente jusqu'à un maximum puis diminue.

Pour les femelles, à une taille de première capture de 24,7mm, le rendement relatif par recrue actuel est au-dessous du maximum qui est observé à un **E** de 0,6. Quant aux mâles, à 21,26mm, le taux d'exploitation actuel est à son optimum.

Les valeurs du taux d'exploitation (**E**) qui apportent un meilleur rendement sont de 0,5 et 0,6 pour les femelles. En considérant la mortalité totale **Z** qui est de 2.06, les meilleurs rendements sont obtenus à **F** allant de 1,03 à 1,236.

Concernant les mâles, les valeurs du taux d'exploitation (**E**) qui apportent un meilleur rendement vont de 0,6 à 0,9. En considérant la mortalité totale **Z** qui est de 2.21, les meilleurs rendements sont obtenus à **F** allant de 1,326 à 1,989.

Le rendement relatif par recrue atteint son maximum (0,072 pour les femelles et 0,101 pour les mâles) pour une taille de première capture respectivement de 28mm et 24mm. La différence entre ce rendement relatif maximum et la situation actuelle est de 0,009 pour les femelles et 0,007 pour les mâles.

La méthode de « Knife-edge selection » du FISAT II a permis de dresser des courbes de rendement (Figure 6.5b et 6.6b) pour les rapport **M/K** de 1,09 et **Lc/L ∞** de 0,37 pour les femelles et 1,01 et 0,59 pour les mâles. Elle permet de déterminer le rendement relatif par recrue et la biomasse relative par recrue en fonction du taux d'exploitation (**E**) (Gayanilo et al., 2005).

Le rendement relatif par recrue actuel est montré par la ligne bleue et la biomasse relative par recrue est montrée par la ligne orange.

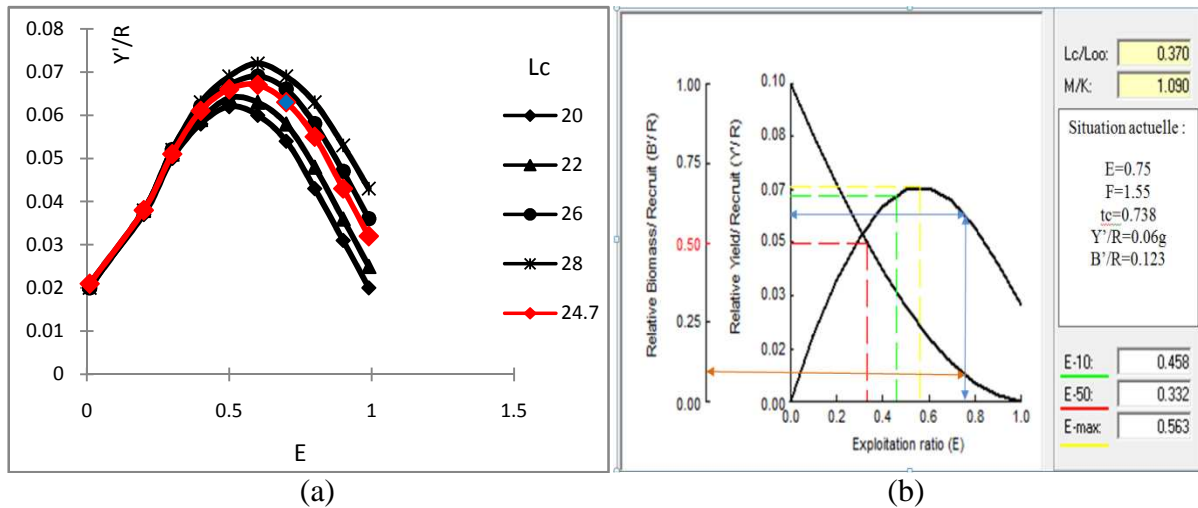


Figure 6.5. Rendement et biomasse relatifs par recrue en fonction du niveau d'exploitation pour *A. antennatus* femelle

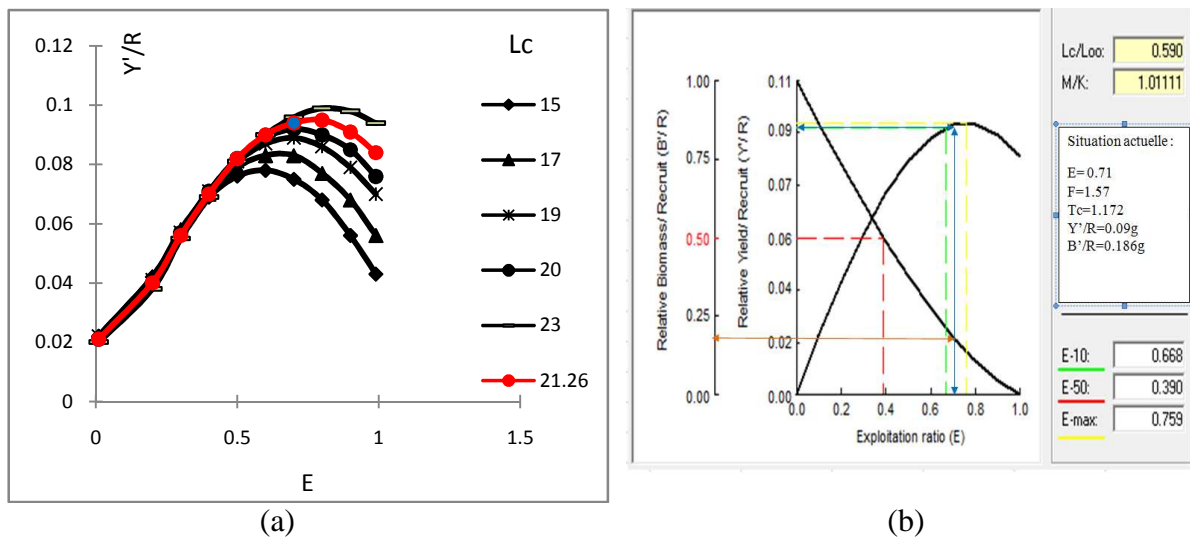


Figure 6.6. Rendement et biomasse relatifs par recrue en fonction du niveau d'exploitation pour *A. antennatus* mâles.

● Situation actuelle

En partant du modèle de Beverton et Holt (1957) (annexé), nous constatons que pour les femelles, l'âge des captures ne correspondent pas au maximum de rendement. Tandis que pour les mâles, l'exploitation est à son optimum.

Les valeurs actuelles du rendement relatif par recrue et de la biomasse relative par recrue sont pour les femelles de 0,063 et de 0,123 pour un niveau d'exploitation de 0,75 relatif à un effort de pêche de 1,53. Concernant les mâles, les valeurs du rendement et de la biomasse relatifs par recrue sont de 0,09 et 0,186 pour un niveau d'exploitation de 0,71 relatif à un effort de pêche de 1,57.

Le E actuel est de 0,7 pour les deux sexes. Pour le stock des femelles, l'exploitation se trouve sur la partie descendante de la courbe, montrant que ce taux a dépassé les rendements optimums. Concernant les mâles, l'exploitation est au niveau du plateau de leur courbe correspondant ainsi à un rendement optimal car le E_{max} reste supérieur au E actuel.

La valeur prédictive $E_{0.1}$, taux d'exploitation pour une augmentation de Y'/R des femelles de 1/10^{ème}, est de 0.45 et $E_{0.5}$, valeur de E sous laquelle le stock a été réduit de 50% de sa biomasse inexploitée est de 0.33. Pour les mâles, c'est valeurs sont respectivement : 0.66 et 0.39.

6.3.2. Analyse de population virtuelle.

6.3.2.1. Modèle utilisé

L'analyse de population virtuelle ou VPA est une analyse des captures commerciales fournies par les statistiques de pêche. Le principe de la méthode consiste à analyser les captures de manière à estimer la population présente en mer. Les paramètres obtenus serviront à déterminer la stratégie optimale de pêche permettant d'obtenir les meilleurs rendements du stock considéré (Sparre et Venema, 1996).

L'application du programme VIT (Leonart et Salat, 1997) 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 .

Ce programme emploie l'équation ci- dessous qui dérive de l'équation de capture par classe de taille, exprimée en fonction du nombre moyen annuel des individus par classe.

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} \times N_{i+1} (e^{Z_i \Delta t_i} - 1)$$

Où : C_i : capture en nombre de chaque âge i ;

Z_i et F_i : mortalités totale et par pêche de chaque âge i ;

N_{i+1} : nombre de survivants à la fin de l'année pour rendre compte d'une capture C_i de chaque âge i ; Δt_i : intervalle de temps.

Le « facteur » donné par le VIT est un pourcentage par rapport au coefficient de mortalité par pêche F réel, ainsi un « facteur de 1 » correspond à la mortalité par pêche exercée actuellement sur le stock. Par ailleurs, 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.

Dans la présente étude, l'analyse des populations virtuelles est basée sur la production de *Aristeus antennatus* enregistrée pour l'année 2007.

Tableau 6.7. Données nécessaires pour le calcul de la VPA de *A. antennatus* femelle

Centre de classe	Effectifs	Clé âge longueur				
15	8	Age (an)	1	2	3	4
17	67	Taille (cm)	29	43	51	56
19	225	Equation de la croissance $L_c \text{♀} = 66.05 (1 - e^{-0.46 (t-0.286)})$ $W_t \text{♀} = 58.66 (1 - e^{-0.46 (t-0.286)})^{2.358}$				
21	398					
23	566	Relation taille poids $W = 0.003 L_c^{2.358}$				
25	698					
27	805	Mortalités (an⁻¹), recrutement et sélection				
29	759					
31	640	M= 0.504	F= 1.536	Z= 2.06	E=0.75	Lc=24.7
33	515					
35	369					
37	359					
39	338					
41	313	Lr=9-12mm		tr=0.417		tc= 0.738
43	271	Taille de la première maturité sexuelle				
45	195	$L_m = 27.1 \text{ mm}$				
47	96					
49	53	La production annuelle de <i>A. antennatus</i> femelle dans la région algéroise pour l'année 2007 est de : 88305Kg				
51	23					
53	37					
55	18					
57	4					

Tableau 6.8. Données nécessaires pour le calcul de la VPA de *A. antennatus* mâle

Centre de classe	Effectifs	Clé âge longueur				
17	13	Age (an)	1	2	3	
		Taille (cm)	24	27	30	
19	114	Equation de la croissance $L_c \text{♂} = 36.01 (1 - e^{-0.63 (t-0.244)})$ $W_t \text{♂} = 13.94 (1 - e^{-0.63 (t-0.244)})^{2.276}$				
21	387	Relation taille poids $W = 0.004 L_c^{2.276}$				
23	536	Mortalités (an-1), recrutement et sélection				
25	433					
27	449	M= 0.637	F= 1.57	Z= 2.21	E=0.71	Lc=21.26
29	252					
31	71	Taille de la première maturité sexuelle				
33	16	$L_m = 20.25 \text{ mm}$				
La production annuelle de <i>A. antennatus</i> mâle dans la région algéroise pour l'année 2007 est de : 12515Kg						

6.3.2.2. Résultats et discussion.

Tableau 6.9. Capture en nombre et en poids, nombre moyen d'individus, poids moyen virtuel et effort de pêche en fonction des tailles chez les femelles de *A. antennatus* obtenus par le VIT

Centre de classe	Captures en nombre	Captures en poids (g)	Nombre moyen d'individus	Poids moyen virtuel(g)	F
15	9708.99	17317.94	1 133 853.36	2 022 457.29	0.009
17	81312.76	194704.7	1 125 530.6	2 695 101.04	0.072
19	273065.23	849354.05	1 104 876.69	3 436 656.84	0.247
21	483022.05	1901149.83	1 064 390.55	4 189 386.19	0.454
23	686910.76	3348629.38	1 001 761.3	4 883 498.02	0.686
25	847109.03	5024289.27	917 610.23	5 442 439.05	0.923
27	976966.71	6943827.99	813 861.54	5 784 551.82	1.2
29	921140.04	7746755.29	701 509.51	5 899 670.22	1.313
31	776718.88	7644290.13	595 968.43	5 865 385.45	1.303
33	625015.97	7128647.83	503 791.12	5 746 012.31	1.241
35	447826.98	5869352.35	428 875.68	5 620 971.01	1.044
37	435690.75	6507707.71	362 257.95	5 410 876.65	1.203
39	410204.66	6934156.01	294 282.32	4 974 588.8	1.394
41	379864.08	7220840.48	226 183.98	4 299 533.85	1.679
43	328891.9	6989621.26	160 402.05	3 408 869.51	2.05
45	236656.53	5595232.37	103 986.25	2 458 530.2	2.276
47	116507.83	3054232.6	66 450.84	1 741 997.18	1.753
49	64322.03	1861002.21	44 751.75	1 294 783.55	1.437
51	27913.33	888375.91	32 363.75	1030015.68	0.862
53	44904.06	1559148.67	19 888.27	690 555.96	2.258
55	21845.22	826171.05	8 147.63	308 137.76	2.681
57	4854.49	200192.97	3 172.87	410 373.19	1.53
Total	8200452.27	88305000	10713916.7	77334863.5	

Tableau 6.10. Capture en nombre et en poids, nombre moyen d'individus, poids moyen virtuel et effort de pêche en fonction des tailles chez les mâles de *A. antennatus* obtenus par le VIT

Centre de classe	Captures en nombre	Captures en poids (g)	Nombre moyen d'individus	Poids moyen virtuel(g)	F
17	12041.4	30473.62	645 768.51	1 634 270.22	0.019
19	105593.83	343908.52	634 230.72	2 065 625.85	0.166
21	358463.26	1463270.12	585 481.04	2 389 971.28	0.612
23	496476.25	2487985.56	485 221.53	2 431 584.88	1.023
25	401071.3	2427919.84	365 909.71	2 215 066.11	1.096
27	415891.49	2987110.19	231 138.97	1 660 138.72	1.799
29	233417.94	1964321.68	104 798.92	881 932.18	2.227
31	65764.58	643532.95	35 936.35	351 651.66	1.83
33	14820.19	166477.53	9 439.61	243 783.08	1.57
Total	2103540.24	12515000	3097925.34	13736277.5	

Tableau 6. 11. Age et taille moyens et critiques obtenus par la VPA (VIT)

Paramètre (unité)	Femelles	mâles
Age moyen des captures (an)	1,147	1,566
Taille moyenne des captures (mm)	30,908	24,512
Biomasse moyenne (Kg)	77 334,86	13 736,28
Biomasse vierge (Kg)	381 657,36	37 201,41
F moyen (an-1)	1,508	1,47
F global (an-1)	0,765	0,679
Age moyen du stock actuel (an)	0,823	1,247
Age critique du stock actuel (an)	0,802	1,043
Age critique du stock vierge (an)	2,099	1,499
Taille moyenne du stock actuel (mm)	25,396	21,372
Taille critique du stock actuel (mm)	26	20
Taille critique du stock vierge (mm)	44	24

La longueur moyenne des captures est de 30,908mm pour les femelles correspondant à un âge de 1,147an. Pour les mâles, cette taille est de 24,51mm pour un âge de 1,566 an.

Les plus importantes captures sont concentrées dans la gamme de taille 25mm et 31mm pour les femelles et entre 23mm et 27mm pour les mâles.

les captures les plus faibles en nombre et en poids sont celles correspondant aux tailles inférieures à 19mm et supérieures à 49mm pour les femelles, inférieur à 19mm et supérieur à 31mm pour les mâles.

L'exploitation de cette espèce se fait essentiellement sur une taille de 27mm pour les femelles correspondant à un âge de 0.8 an et pour les mâles 23mm (1 an). Du point de vue capture en poids, les femelles fournissent un plus important poids à 29mm, c'est-à-dire à un an. Les mâles quant à eux, les captures en nombre sont plus considérables à 27mm (2 ans).

La taille moyenne et l'âge moyen de capture sont respectivement 30,908mm et 1,147 an pour les femelles et 24,512mm et 1,56 an pour les mâles.

La taille moyenne du stock est de 25,39mm pour les femelles et de 21,37mm pour les mâles correspondant à 0,82 an pour les premiers et à 1,18 an pour les seconds. Leur poids maximum virtuel correspond à environ 701 509 individus avec 5 899 kg pour les femelles et 485 221 individus avec 2 431 kg pour les mâles.

La taille et l'âge critiques du stock sont de 26mm et de 0,8 an pour les femelles et 20mm et 1,04 an pour les mâles. Dans un stock vierge, les femelles auront 44mm et 2ans pour taille et âge critique, pour les mâles, 24mm et 1,49an (tableau 6.11).

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). Si on veut tirer d'un stock 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 mortalité par pêche varie de $0,009 \text{ an}^{-1}$ et $2,68 \text{ an}^{-1}$. Les valeurs de ce coefficient sont faibles entre 15 et 21mm pour les deux sexes. Pour les femelles, cette mortalité par pêche est plus importante pour les tailles 43-45mm et 53-55mm. Concernant les mâles, cette mortalité est plus importante à 29mm.

La valeur de la mortalité moyenne par pêche (F'), est de $1,508 \text{ an}^{-1}$ pour les femelles et de $1,447 \text{ an}^{-1}$ pour les mâles avec un F_{global} de $0,765 \text{ an}^{-1}$ pour les premiers et $0,679 \text{ an}^{-1}$ pour les seconds. Cette mortalité ne sépare les deux sexes que par une faible valeur de $0,086 \text{ an}^{-1}$

La biomasse exploitable du stock de *A. antennatus* dans la région algéroise est de 77 334 Kg pour les femelles dont les classes de tailles vont de 15mm à 57 mm et 13 736kg pour les mâles dont les tailles vont de 17 à 33mm (Tableau 6.9.).

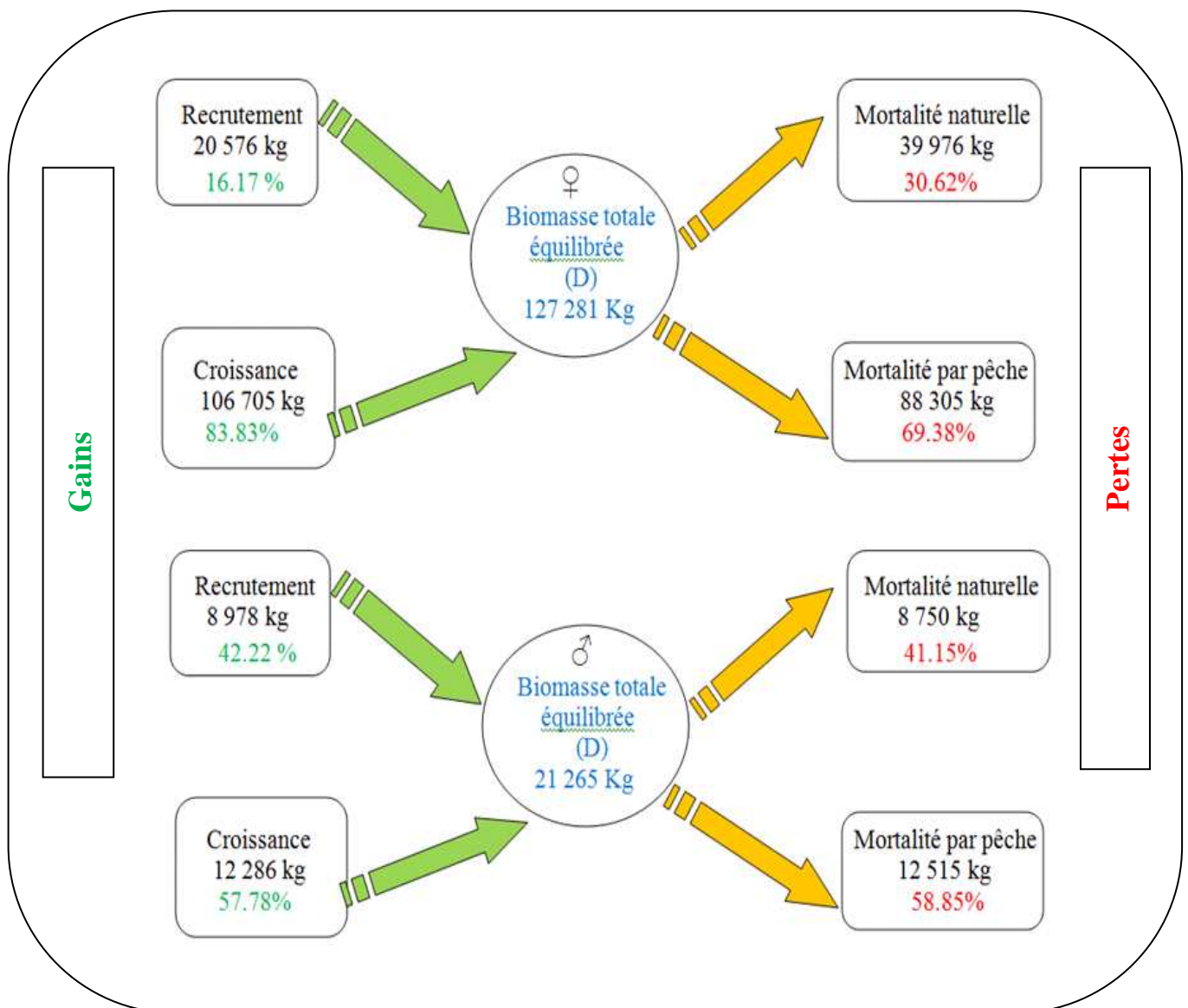


Figure 6.7. Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de *A. antennatus* de la région algéroise.

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 de *A. antennatus* femelle de la région algéroise est de 127 281 kg environ et celle des mâles 21 265 kg.

La croissance est le facteur le plus important qui apporte un gain à la biomasse pour les deux sexes (83,8% pour les femelles et 57,8% pour les mâles). La mortalité par pêche est la cause essentielle de perte de biomasse chez les femelles (69,3%) cette mortalité est plus du double de la mortalité naturelle (Figure 6.7). équilibrée

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).

Le rapport B_{max}/B_{moy} représente 67,55 pour les femelles et 83,77 pour les mâles, ceci reflète la contribution relativement importante de la biomasse produite par la classe de taille et âge critique du stock actuel (26mm, et 0,8 an pour les femelles et 20mm et 1,04 pour les mâles) par rapport aux autres classes de longueur. Le rapport B_{max}/D donne la valeur de 41,04 pour les femelles et 54,11 pour les mâles, représentant la biomasse maximale exploitée (5223612.24kg et 1150649.15kg) par rapport à la biomasse totale équilibrée.

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/B_{moy}) est de 164,59% pour les femelles et de 154,81% pour les mâles. Ce résultat signifie un très bon renouvellement du stock.

Par ailleurs, l'analyse du rendement par recrue traité à l'aide du logiciel VIT donne une estimation de la biomasse du stock vierge de *Aristeus antennatus* ($F=0$) de 28,055 pour les femelles et de 9,12 pour les mâles.

Les résultats des différents rendements et biomasses en fonction du facteur effort F sont résumés dans le tableau 6.12 et représentés par les figures 6.8 et 6.9.

Pour les femelles, le rendement par recrue actuel (Y/R) est de 6,49 pour un F de $1,53an^{-1}$ donnant une biomasse moyenne annuelle des survivants (B/R) de 5.68 pour une biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) de 4,053. Cette situation est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de 6,59. Ceci ne reflète pas une sous exploitation ou une exploitation qui tend vers l'équilibre mais une situation qui a dépassé le seuil de MSY qui donne 6,17 de B/R avec un F_{msy} de 0,91.

Pour les mâles, le rendement par recrue actuel est de 3,06 avec un F de 1,57, cette valeur est inférieure à la production maximale équilibrée (MSY) qui est de 3,139 avec un F_{MSY} de 3,23.

La biomasse moyenne par recrue (B/R) est de 3,38 avec une biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) de 3,12.

Tableau 6.12. Rendements et biomasses par recrue en fonction de F de *A. antennatus* dans la région algéroise

Type de F	Femelles				Mâles			
	F(an ⁻¹)	Y/R(g)	B/R(g)	SSB/R	F(an ⁻¹)	Y/R(g)	B/R(g)	SSB/R
F ₀	0	0	28,055	26,118	0	0	9,12	8,857
F actuel	1,53	6,491	5,684	4,053	1,57	3,067	3,383	3,122
F _{0.1}	0,53	6,827	9,639	7,879	0,91	3,035	3,546	3,285
F _{MSY}	0,91	6,595	6,172	4,518	3,23	3,139	1,896	1,64

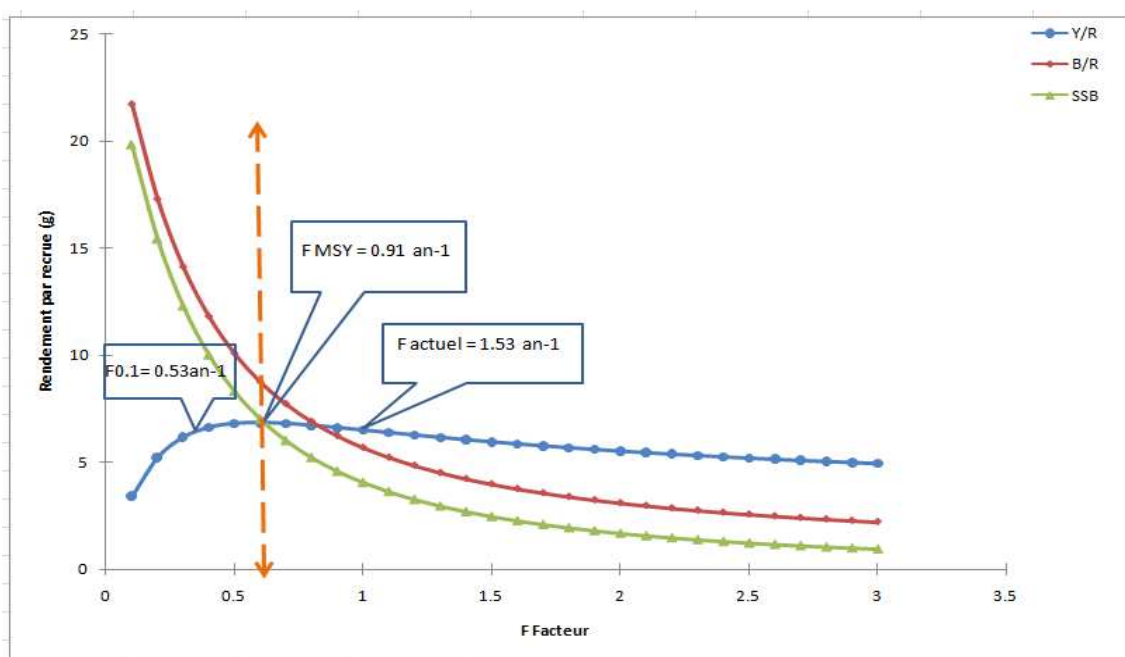


Figure 6.8. Rendement par recrue, biomasse par recrue et biomasse par recrue du stock reproducteur en fonction du facteur effort pour *A. antennatus* femelle (VIT4WIN)

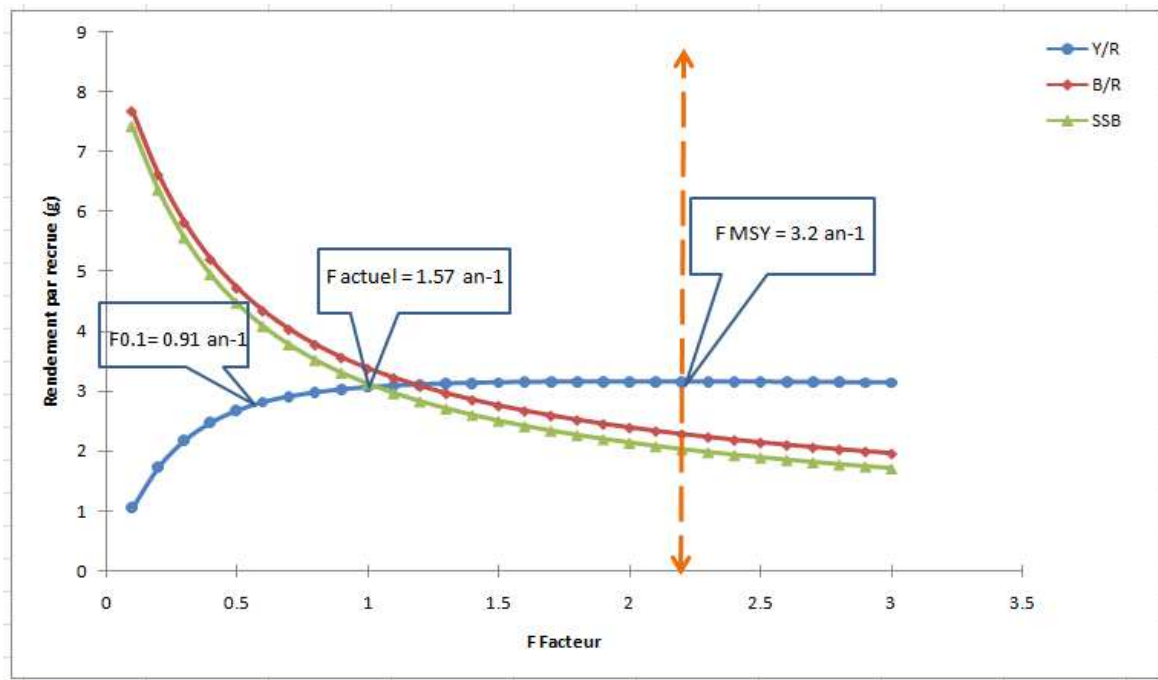


Figure 6.9. Rendement par recrue, biomasse par recrue et biomasse par recrue du stock reproducteur en fonction du facteur effort pour *A. antennatus* mâle (VIT4WIN).

Le $F_{0.1}$ est à l'origine d'une exploitation soutenable à long terme des stocks, avec la meilleure capture (Gulland et Boerema, 1973). Cette valeur serait de $0,53\text{an}^{-1}$ pour les femelles et de $0,91\text{an}^{-1}$ pour les mâles.

Le F_{msy} des mâles est supérieur au F_{actuel} ($1,57\text{an}^{-1}$). Tandis que le stock des femelles subit une surexploitation car le F_{actuel} ($1,53\text{an}^{-1}$) excède F_{msy} ($0,91\text{an}^{-1}$) par un facteur de 1,68.

6.4. Les apports de la pêche chalutière de la région algéroise.

Les relevés journaliers (exprimés en kilogramme) sont regroupés en apports mensuels pour l'année 2007 répartis en trois groupes (CR : *A. antennatus*, CB : *P. longirostris* et un groupe A représentant l'ensemble des autres espèces de poissons, de Crustacés Décapodes et de Mollusques Céphalopodes). Pour chaque mois, la prise moyenne journalière de l'ensemble des chalutiers actifs est calculée à partir du rapport du total des prises sur le nombre de jours de pêche. Pour un chalutier, considéré comme unité d'effort, la prise par unité d'effort journalière correspond au rapport de la prise moyenne journalière sur le nombre de chalutiers actifs. Signalons qu'un chalutier travaille 9 heures par jour.

Tableau 6.13. Apports mensuels et prises journalières de *A. antennatus* (CR), *P. longirostris* (CB) et l'ensemble des autres espèces (A) au port d'Alger pour 2007.

Mois	Apport mensuel (en Kg)			Nombre de jours actifs	Prise moyenne journalière (Kg/j)			Moyenne de navires actifs	Prise journalière par unité d'effort (Kg/j/navire)		
	CR	CB	A		CR	CB	A		CR	CB	A
Janv.	5850	1565	51860	14	417.86	111.79	3704.29	7	59.69	15.97	529.18
Févr.	4540	1030	43810	12	378.33	85.83	3650.83	5	75.67	17.17	730.17
Mars	3350	1045	19120	14	239.29	74.64	1365.71	6	39.88	12.44	227.62
Avril	6755	2275	2680	24	281.46	94.79	111.67	7	40.21	13.54	15.95
Mai	10080	1645	14155	20	504.00	82.25	707.75	7	72.00	11.75	101.11
Juin	10815	770	3730	19	569.21	40.53	196.32	15	37.95	2.70	13.09
Juil.	13065	700	2680	19	687.63	36.84	141.05	12	57.30	3.07	11.75
Août	15605	1475	3220	24	650.21	61.46	134.17	15	43.35	4.10	8.94
Sept.	7350	720	48580	21	350.00	34.29	2313.33	16	21.88	2.14	144.58
Octo.	5420	800	18440	14	387.14	57.14	1317.14	16	24.20	3.57	82.32
Nove.	10520	5240	57750	18	584.44	291.11	3208.33	8	73.06	36.39	401.04
Déce.	7470	2545	48870	16	466.88	159.06	3054.38	7	66.70	22.72	436.34
Total	100820	19810	314895	215	468.93	92.14	1464.63	10,08	46.51	9.14	145.25
%	23.15	4.55	72.30								

Les captures de la crevette rouge réalisées entre le moi de mai et d'aout sont importantes par rapport aux autres mois de l'année. Ceci est dû probablement à la fermeture de la pêche à l'intérieur des 3 miles marins, de ce fait, la plupart des chalutiers changement leur armement pour se diriger vers la pêche crevettière.

Les chalutiers du port d'Alger exploitent *A. antennatus* durant toute l'année sur des fonds allant de 200 à 400 mètres de profondeur. Un chalutier capture, en moyenne par journée de pêche, 46.5 Kg de crevette rouge. Le rendement horaire est de 5 Kg/h.

En comparant cette production avec les années précédentes (Tableau 6.14), Les prises journalières par unité d'effort ont diminué après une croissance remarquable jusqu'à 2005. Quant au rendement horaire, celui-ci a diminué également après avoir enregistré un maximum à la même année (2005 :10 kg/h).

Tableau 6.14. Prise journalière par unité d'effort et rendement horaire de *A. antennatus* au port d'Alger de 2003 à 2007

Année	Prise journalière par unité d'effort (Kg/j/chalutier)	Rendement horaire (Kg/h)
2003	19	3
2004	62.57	7
2005	86.31	10
2006	61.75	7
2007	46.51	5

La diminution nette du rendement pour cette espèce, en comparaison avec les résultats antérieurs, traduit une situation de surexploitation. *A. antennatus*, en raison de sa haute valeur commerciale, se trouve très recherchée et donc plus ciblée par l'exploitation. Bien que le rendement de *A. antennatus* a sensiblement diminué, sa valeur commerciale qui, en nette augmentation, compense les faibles apports pour les professionnels.

En conclusion, les deux méthodes utilisées (rendement relatif par recrue et analyse de population virtuelle) indiquent que l'exploitation du stock de *A. antennatus* des côtes algéroises se situe à un niveau de surexploitation pour le stock des femelles et optimal pour le stock des mâles. La diminution de l'effort de pêche ainsi que la modification de la maille du chalut amélioreront le rendement des apports actuels.

Il est à remarquer que les données utilisées pour l'application de ce modèle analytique proviennent essentiellement des captures effectuées par les chalutiers de la région d'Alger. Ces derniers ainsi que la majorité des autres chalutiers algériens exploitent, durant toute l'année, des fonds de pêche situés entre 200 et 400 mètres de profondeur.

Conclusion générale

La présente étude portant sur la crevette rouge *Aristeus antennatus* est réalisée à partir des données et observations provenant des apports de pêche commerciale de la région d'Alger ainsi que celles issues des prospections effectuées par le navire océanographique « Visconde de Eza ». Celle-ci nous a permis de cerner les aspects qui se rapportent à son écologie, sa biologie et son état d'exploitation.

Du point de vue écologie, notre étude a permis d'analyser la répartition de *A. antennatus* et de lister sa faune associée sur les côtes algériennes. La distribution de cette espèce se situe le jour entre 340 et 1190 mètres de fond mais ne se limite pas à ces profondeurs ; elle remonte la nuit vers 200 et 400 mètres où elles sont capturées par les chalutiers de la région algéroise.

Des espèces de poissons à intérêt commerciale sont capturées avec *A. antennatus* (notamment *Phycis blennoides* et *Galeus melastomus*) rendant ainsi les zones de pêche à la crevette rouge rentables pour les chalutiers.

L'analyse du régime alimentaire de *A. antennatus*, réalisée pour la première fois en Algérie, a permis de comparer la composition des proies ingérées par cette espèce avec le résultat des autres auteurs méditerranéens. Nos résultats sont en accord avec leurs conclusions.

Signalons toutefois, que cette analyse a permis de relever la présence de groupes de proies planctoniques qui mettent en évidence une migration nyctémérale de la crevette rouge qui remonte dans la colonne d'eau pour se nourrir.

L'étude de sa reproduction nous a permis de noter une diminution du taux de féminité par rapport aux années précédentes. En effet, un taux de 87.33% a été relevé par Nouar en 1999, huit ans après, les femelles ne contribuent qu'à 75% des taux de capture. Cet état de fait indique que la pêche à *A. antennatus* se fait de nos jours sur des profondeurs relativement plus importantes.

L'analyse de la taille de première maturité sexuelle des deux sexes indique qu'ils atteignent leur maturité pendant leur première année de vie. Une analyse du potentiel de la fécondité basée sur le nombre et le diamètre ovocytaire, saura compléter cette étude.

La croissance, réalisée à partir de 9029 individus, a abordé une analyse par structure d'âge révélant une longévité de quatre ans pour les femelles et trois ans pour les mâles. Les paramètres de croissance retenus sont ceux obtenus par analyse de structure de taille dont les résultats restent comparables à d'autres auteurs en Méditerranée.

Les modèles analytiques indiquent un état de surexploitation du stock de la crevette rouge des côtes algéroises notamment des femelles ; recherchée pour leur taille importante. Ceci explique les faibles captures horaires de *A. antennatus* par les chalutiers de la région d'Alger qui avoisinent 5 kilogramme par heure, un rendement faible en considérant les années antérieures qui enregistraient 20 kilogramme par heure (Nouar, 2001). Cette baisse du rendement serait probablement liée à l'augmentation de l'effort de pêche exploitant les mêmes fonds.

Dans le but de réaliser un aménagement rationnel du stock exploitable de *A. antennatus* de la région algéroise, il convient de préconiser les mesures suivantes.

- Déplacer les efforts de pêche vers des profondeurs plus importantes étant donné que les zones traditionnellement pêchées sont menacées d'épuisement. Cette pêche serait plus rentable en raison de la distribution optimale de *A. antennatus* au-delà des 500 m.
- Interdire les pêches nocturnes afin de préserver le stock de la surexploitation surtout que la crevette rouge remonte la nuit pour assurer leurs activités physiologiques (nutrition, reproduction) les rendant ainsi vulnérables. Cette mesure favorisera le redressement de la biomasse du stock reproducteur.
- Amender la réglementation relative à l'interdiction de la pêche dans les zones côtières en saison estivale qui coïncide avec la période de ponte de *A. antennatus* et ce, par la diminution de l'effort de pêche au-delà des 3 miles marins. La fixation de quota de pêche peut également être retenue comme mesure de protection de l'espèce.
- Adopter la maille carrée. L'utilisation de celle-ci permettra d'assurer une meilleure gestion à long terme et de garantir la pérennité du stock en capturant les individus de taille importante et de préserver les individus immatures.
- Informer et sensibiliser l'ensemble des opérateurs de la pêche sur la nécessité impérieuse d'éviter à l'espèce *A. antennatus* une extinction lente certes mais inéluctable à la longue par une pêche abusive et anarchique.

Notre travail, basé en grande partie sur des crevettes provenant de la pêche commerciale, s'est heurté à quelques obstacles qui ont rendu difficiles notre étude biologique et la détermination de certains paramètres. De plus, notre espèce a une large répartition bathymétrique mais nos prélèvements ne proviennent que des fonds allant de 200 à 400 mètres.

Afin d'affiner nos résultats, l'organisation de campagnes plus larges serait intéressante pour étendre la recherche au-delà des fonds chalutables actuels vers des profondeurs plus fréquentées par *A. antennatus*.

Si cette étude a contribué à avoir des informations importantes, elle ne serait pas une fin en soi. Il faudra envisager de compléter tous les aspects en rapport avec cette espèce afin de pouvoir la préserver et empêcher sa disparition de nos zones de pêche qui connaissent une très forte exploitation.

Références bibliographiques

Abramson, N.J. 1971- Computer programs for fish stock assessment. FAO Fish. Tech. Pap., 101 : 1-154.

Algaraja, K. 1984- Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. Indian J. Fish., 31 : 177-208.

Amara, M. 2002- Relation taille-poids et facteur de condition de la crevette rouge (*Aristeus antennatus*) dans la région d'Alger. Mém. Ing. USTHB.41p

Arculeo, M., Payen, G., Riggio, S. 1994- Distribution and growth of *Aristeus antennatus* from NorthWestern Sicily. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3:41-42

Argilas, A. 1929- Observation morphologiques sur les espèces des côtes algériennes de la famille des penaeidae (Macroures nageurs). Stat. d'Aqui. Et de pêche de Castiglione. 1er fasc. P=31-37

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.

Beverton, R.J.H., Holt, S.J. 1957- On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish.), 19 : 533 p.

Beverton, R.J.H., Holt, S.J. 1966- Manuel of methods for fish stock assesement. Part 2. Tables of yield functions. FAO Fish. Tech. Pap., 38 (1) : 67p.

Bhattacharya, C.G. 1967- A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23 : 115-135.

Bliss, C.I. 1967- Statistic in biology. MacGraw Hill. New York

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

Bowman, T.E., Abele L.G. 1982- Classification of the recent crustacea. En: The Biology of Crustacea, vol.1: Systematics, the fossil record, and biogeography. Ed. L.G. Abele, pp. 1-27. Academic Press.

Cadima, E.L. 2002 - Manuel d'évaluation des ressources halieutiques. FAO Document technique sur les pêches. N° 393. Rome, 1-160.

Caddy, J.F. (1998) - The relevance of recent international agreements on fisheries and some perspectives on assessment and management of Mediterranean fisheries. Cah. Options Medit.,(35), 169-181.

Campillo, A. 1994- Bio-ecologie of *Aristeus antennatus* in the French Mediterranean. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3:25-26

- Carbonell, A. 1994-** Life cycle of *Aristeus antennatus* on Majorca Island waters Proc. Int. Workshop "Life cycles and fisheries of the deep-water red shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*", Mazara del Vallo, M. L. Bianchini - S. Ragonese (Eds.), N.T.R.-I.T.P.P., Special Publication n. 3
- Cartes, J.E. 1993-** Diets of deep-water Pandalides Shrimps on the Western Mediterranean Slope. Mar. Ecol. Progr. Ser. 96 :49-61p
- Cartes, J.E. 1994-** Influence of Depth and Season on the diet of the deep water Aristeid *Aristeus antennatus* along the Continental Slope (400 to 2300) in the Catalane Sea (Western Mediterranean). Mar. Biol. 120 (4): 639-648p
- Cartes, J.E. 1998-** Methods of studying fish feeding : reply. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55:2708
- 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
- Cartes, J. E., Maynou, F., Morales-nin, B., Massuti, E., Moranta, J. 2001-** Trophic structure of a bathyal benthopelagic boundary layer community south of the Balearic Islands (southwestern Mediterranean). Mar. Ecol. Progr. Ser. - 215: 23-35.
- Cartes, J.E., Sardà, F. 1989-** Feeding ecology of the deep-water Aristeid Crustacean *Aristeus antennatus*. Mar. Ecol. Progr. Ser. 54 :229-238
- Cassie, R. M. 1954-** Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., 5 : 513-522.
- 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 *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Crustacea = Decapoda : Aristeidae). Sci. Mar 66 (suppl 2):103-124p
- Chartosia, N., Kitsos, M.S., Karani, L., Tzamos, Th., Tselepides, A., Koukouras, 2004-** Diet comparison of the bathyal shrimp *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* in the Eastern Mediterranean. CIESM (37)
- Cockroft, A., McLachlan, A. 1986-** Food and Feeding Habits of the Surf Zone Peneid Prawn *Macropetasma africanus* (Balss). Marine Ecology. 7(4): 345-357
- Company, J.B., Sardà, F., Puig, P., Cartes, J.E., Palanques, A. 2003-** Duration and timing of reproduction in decapod crustaceans of the NW Mediterranean continental margin: is there a general pattern?. Mar. Ecol. Progr. Ser. (261) :201-216
- Dardignac, J. 1989 -** La pêche des juvéniles, ses effets sur la ressource et son renouvellement. Mag. Ress. Viv. Mer, IFREMER, Equinoxe, (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-** Moulting activity-related spawning success in the Mediterranean deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda Dendrobranchiata). Mar. ecol. Progr. 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

Demestre, M., Martin, P. 1993 - Optimum exploitation of a demersal resource in the western Mediterranean: the fishery of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). Sci. Mar. 57(2-3): 175-182.

Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M., Brahmi, B. 1993- Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean. Teleosts. NAGA, the ICLARM quart. : 35-37.

D'Onghia, G., Matarrese, A., Tursi, A., Maiorano, P. 1994- Biology of *Aristeus antennatus* and *Aristeomorpha foliacea* in the Ionian Sea (Central Mediterranean Sea). N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3: 55-56

Dos Santos, A.M., Ribeiro Cascalho, A. 1994- Present state of knowledge on *Aristeus antennatus* in the South of Portugal. N.T.R-I.T.P.P =7p

Duvernoy, G. L. 1840- Note sur une nouvelle forme de branchies, découverte dans une espèce de Crustacé décapode macroure, qui devra former le type d'un genre nouveau (*Aristeus antennatus*, Nob.). Compte Rendu des Séances de l'Académie des Sciences, vol. 11, no. 6. 217-220.

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

Fiorentino, F., Orsi Relini, L., Zamboni, A., Relini, G. 1996- Remarks about the optimal harvest strategy for red shrimps (*Aristeus antennatus*, Risso, 1816) of the basin of Ligurian experience. CIHEAM- Option méditerranéenne.35:323-333

Fontana, A., Le Guen, J.C. 1969- Etude de la maturité sexuelle et de la fécondité de *Pseudolithus (Fonticulus) elongatus*. Cah. ORSTOM, ser. Océanogr., 7 (3) : 9-19.

Ford, E. 1933- An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 19 : 305-384.

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. 1999- On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Decapoda, Dendrobranchiata) in the Ibiza Channel (Balearic Islands, Spain). Sci.Mar. 63(1): 27-37

Garcia-Rodriguez, M., Esteban, A. 2001- Length composition, growth and reproduction of 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

Gheno, Y., Le Guen, J. C., 1968- Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe Noire. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Océanogr., 6 (2) : 69-82.

Ghidalia, W., Bourgeois, F. 1961- Influence de la température et de l'éclairage sur la distribution des crevettes des moyennes et des grandes profondeurs. Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Medit. CGPM n°16.

Guillaum, J., Kaushik, S., Bergot, F., Mettaller, R. 1999 – Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Physiologie digestive des crevettes . IFEMER. 489p

Gulland, J.A. 1969- Manuel of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. FAO Man. Fish. Sci., 4 : 154 p.

Gulland, J. A., Boerema, L.K. 1973 - Scientific advice on catch levels. Fish. Bull. 71 (2) : 325-335.

Gulland, J.A., Rothschild B.J. 1984- Peneid shrimps – their biology and management. Fishing News Books, Farnham,309pp

Harding, J.P. 1949- The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 28 : 141-153

Hasselblad, V. 1966- Estimation of parameters for a mixture of normal distributions. Technometrics, 8 : 431-444.

Hasselblad, V., Thomlinson, P. K., 1971- NORMSEP. Normal distribution separator. In Computer programs for fish stock assessment compiled by N. J. Abramson. FAO Fish. Tech. Pap., (101) : 11 (1) 2.1-11 (1) 2.10.

Heldt, J.H. 1954- Contribution à l'étude de la biologie des pénéidés. III- Etages de répartition des pénéidés d'Afrique du Nord. Stat. Océanogr. De Salammbô. Bull n°47 :23-25

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.

Hureau, J.C. 1970- Biologie compare de quelques poissons arctiques. Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco. N°1391 :244p

Kapiris, K. 2004- Feeding ecology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda Penaeidae) from the ionian Sea (Central and Eastern Mediterranean Sea). Sci.Mar. 68(2):247-256p

Kapiris, K., Thessalou-Legaki, M., Moraitou-Apostolopoulou, M., Petrakis, G. 2000- Population characteristics and feeding parameters of *Aristeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Decapoda : Aristeidae) from the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). In Von Vaupel Klein, J.C and F.R Schram (eds), the biodiversity crisis and crustacean. Crustacean Issues. 12:177-191

Kapiris, K., Tursi, A., Mytilineou, Ch., Kavadas, S., D'Onghia, G., Spedicato, M.T. 2001- Geographical and bathymetrical distribution of *Aristeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus* (Decapoda, Aristeidae) in the Greek Ionian Sea. Rapp. Comm. int. Mer Medit. (36) :280p

Labropoulou, M. Kostikas, I. 1999- Patterns of resource use in deep-water decapods. Mar. Ecol. Progr. Ser. 184 :171-182p

Lagardère, J.P. 1971- les crevettes des côtes du Maroc. Trav. Inst. Sci. Cherifien et de la faculté des sciences. Série zoologie n°36. 140p

Laubier, A. 1986- Les crevettes pénéides. Barnabé (ed) Aquaculture (1) :459-491

Laurec, A., Le Guen, J-C. 1981- Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. Concepts et modèles. CNEXO. Rapp. Scien. et Tech., 45 : 117 p.

Lleonart, J., Salat, J. 1997- VIT : software for fishery analysis. User's manuel. Enligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 1997].

Mac Gregor, J.S. 1966- Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus* (Ayres). Calif. Fish. Game. 52 (2) : 111-116.

Martínez-Baños, P. 1997- Dinámica de poblaciones de la gamba *Aristeus antennatus* (Crustacea, Decapoda) en las zonas de Murcia, Almería e Ibiza. Análisis global en el Mediterráneo Español. Universidad de Murcia.

Martinez-Banos, P., Vizquete, F., Mas, J. 1990- Aspectos biológicos de la gamba roja *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) a partir de las pesquerías del S.E. de la Península Iberica. Actas VI° Simp. Iber. Est. Bentos Marino, 6: 235-243.

Martinez-Banos, P., Mas, J. 1994- Life cycle of *Aristeus antennatus* in SouthEastern Spain. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3:9-10

Massuti, M. 1961- Premières observations bionomiques et biologiques sur la crevette rose (*Aristeus antennatus*) aux fond des îles Baléares. CIESM Vol XVI Fasc 2 :551-557

Maurin, C. 1960- Les crevettes profondes du littoral français de la Méditerranée. Répartition selon les profondeurs. Notes biométriques. CIESMM 15-(2) :147-154

Maynou, F., Cartes, J.E. 1997- Fiel estimation of daily ration in deep-sea Shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea : Decapoda) in the Western Mediterranean. . Mar. Ecol. Progr. Ser. 153 :191-196p

Maynou, F., Cartes, J.E. 1998- Daily ration estimates and comparative study of food consumption in nine species of water decapods crustacean of the North West Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 171 :221-231

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

Morales-Nin, B., Maynou, F., Sardà, F., Cartes, J., Moranta, J., Massuti, E., Company, J., Rotlant, G., Bozzano, A., Stefanescu, C. 2003- Size influence in zonation pattern fishes and crustaceans from deep-water communities of the Western Mediterranean. J. Northw. Atl. Fish Sci. (31):413-430

Muraour, P. 1955- Etude d'une vase prélevée à 700m de profondeur au large de la baie de Castiglione. Station d'aquiculture et de pêche de Castiglione N°7 :122-137p

Nouar, A. 2001- Bio-écologie de *Aristeus antennatus* et de *Parapenaeus longirostris* de la côte algéroise . CIESM. 36

Nouar, A. 2003- Ecologie, biologie et exploitation d'une espèce de la famille des scorpaenidae *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* –Delaroche, 1809) des côtes algériennes. Thèse Doct d'état Es. Science. USTHB 153p

Orsi Relini, L. 1980- Aspetti riproduttivi in *Aristeus antennatus* (Risso 1816) (Decapoda, Penaeidae). *Mem. Biol. Marina e Oceanogr.*, Suppl. 10: 285-289.

Orsi Relini, L. Relini, G. 1985- The red shrimp Fishery in the Ligurian Sea : Mismanagement or not. 2^{ème} consultation technique sur l'évaluation des stocks dans la Méditerranée central. CGPM. Italy 24-27 juin 1985 :99-104

Orsi Relini, L., Relini, G. 1998- Seventeen instars of adult life in female *Aristeus antennatus* (Crustacea: Decapoda: Aristeidae). A new interpretation of life span and growth. J. Nat. Hist., 32 (10-11): 1719-1734.

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.

Petersen, C.G.J. 1892- Fiskenes biologiske forhold i Holbeak Fjord, 1890-1891. Beret.Danm.Biol.St., 1891 (1) 1 : 121-183.

Politou, C.Y., Maiorano, P., D'Onghia, G., Mytilineou, C. 2005- Deep water decapods crustacean fauna of the Eastern Ionian Sea. Belg. J. Zool., 135 (2):235-241

Quero, J.L., Vayne, J.J. 1992- Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. 3^{ème} partie. IFREMER www.Ifremer.fr/docelec

Ragonese, S., Bianchini, M.L., Di Stefano, L., Campagnolo, S., Bertolino, F. 1994- *Aristeus antennatus* in the Sicilian Channel. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3:44.

Relini, M., Maiorano, P., D'Onghia, G., Orsi-Relini, L., Tursi, A., Panza, M. 2000- A pilot experiment of tagging the deep shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). Sci.Mar. 64(3):357-361

Relini, G., Orsi Relini, L. 1987- The decline of red shrimps stocks in the Gulf of Genova. Inv. Pesq.,51(1): 254-260.

Ribeiro-Cascalho, A. 1988- Biologia, ecologia e pesca dos peneidos de profundidade *Parapenaeus longirostris* (Lucas) e *Aristeus antennatus* (Risso) da costa portuguesa. Dissertação para provas de acesso a categoria de Investigator Auxiliar. INIP 171P

Rosecchi, E. 1985- Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. Rev. Trav. Institut. des Pêches maritimes, 49 (3 et 4) : 111-123.

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.

Sardà, F., Cartes, J.E, Norbis, W. 1994- Spatial-temporel structure of the deep water shrimp *Aristeus antennatus* (Decapoda : Aristeidae) population in the western Mediterranean . Fish. Bull. US 92, 599-607

Sardà, F., Company, J.B., Maynou, F. 2003- Deep-sea shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the catalane sea: a review and perspectives. J. northwest. Atl. Fish. Sci. (31)127-136

Sardá, F., Demestre, M. 1987- Estudio biológico de la gamba *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) en el Mar Catalán (NE de España). Invest. Pesq., 51 (supl.1): 213-232.

Sardà, F., D'Onghia, G., Politou, C.Y., Company, J.B., Maiorano, P., Kapiris, K. 2004- Deep-sea distribution, biologie and ecological aspects of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) in the western and central Mediterranean Sea. Sci.Mar. 68(supl.3):117-127

Sardá, F., Maynou, F., Talló, L.L. 1997- Seasonal and spatial mobility patterns of rose shrimp (*Aristeus antennatus* Risso, 1816) in the Western Mediterranean: results of a long-term study. Marine Ecology Progress Series, 159:133-141.

Schwartz, D. 1983- Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Flammarion Ed., 3éme ed., 7éme tirage :318p.

Sparre, P., Ursin, E., Venema, S. C. 1989- Introduction to tropical fish stock assessment. Part1. Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306 (1) : 337 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.

Sorbe, J.C. 1972- Ecologie et Ethologie alimentaire de l'Ichthyofaune chalutable du plateau continental Sud Gascogne. Thèse UER. Science de la mer et de l'environnement. Université d'Aix-Marseille. Doct. 3éme cycle.125p

Tanaka, S., 1960- Studies on the dynamics and the management of fish populations. Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., 28 : 1-200.

Taylor, C. C. 1960- Temperature, growth and mortality – the Pacific cockle. J. Cons. CIEM, 26 : 117-124.

Tomlinson, P. K., Abramson, N. S. 1961- Fitting on a Von Bertalanffy growth curve by least squares including tables of polynomials. Cal. Dept. Fish and Game, Fish Bull.,116: 69 p.

Torres P., Gonzalez M., Rey J., Gil de Sole L., Acosta J., Ramos-Segura A. 2007- Rose shrimp Fishery's asociated fauna in not exploited grounds on the Alboran Sea Slope (Western Mediterranean Sea). Rapp.comm.int.Mer.Medit., 36,p=330

Tudela, S., Simard, F. 2004- the Mediterranean deep-sea ecosystems. A review of their diversity structure, functioning and anthropogenic impacts with a proposal for their conservation. IUCN. The word conservation Union

Walford, L.A. 1946- A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole, 90 : 141-147.

Wetherall, J.A., Polovina, J.J., Ralston, S., 1987- Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. ICLARM Conf. Proc., 13 : 53-74.

Williams J.E. 2000- The coefficient of condition of fish. *In* Schneider, James (ed) 2000- Manual of fisheries survey methods II: with periodic updates. Michigan department of natural resources. Fisheries special report 25.

Yahiaoui, M. 1994a- Distribution and reproduction cycle of *Aristeus antennatus* and *Aristeomorpha foliacea* in Algeria. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3: 51-52

Yahiaoui, M. 1994b- Growth, mortality and exploitation of *Aristeus antennatus* near Algiers and *Aristeomorpha foliacea* near Annaba. N.T.P.-I.T.P.P., special publication,3:53-54

Yahiaoui, M. 1995- Comparaison des resultants entre l'analyse des structures d'âge et de taille des captures dans la région d'Alger de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Rissi, 1816). Estimation des paramètres de croissance, de mortalité et de sélectivité. Pelagos Bull. ISMAL. Numéro spécial : 140-149

Zariquiey-Álvarez, R. 1968 - Crustáceos Decápodos Ibéricos. Invest. Pesq., 32: 510pp.

Annexes A

Tableau A.1. Liste faunistique des poissons associés à *A. antennatus*

Famille	Espèce	N°
Apogonidae	<i>Epigonus telescopus</i> (Risso, 1816)	Et
Callionymidae	<i>Synchiropus phaeton</i> Günther, 1861	Sp
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Tt
Chauliodontidae	<i>Chauliodius sloani</i> Schneider, 1801	Cs
Chimaeridae	<i>Chimaera monstrosa</i> Linnaeus, 1758	Cmo
Chlorophthalmidae	<i>Chlorophthalmus agassizi</i> Bonaparte, 1840	Ca
Congridae	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	Cco
	<i>Gnayhophis mystax</i> (Delaroche, 1809)	Gmy
Cynoglossidae	<i>Symphurus nigerescens</i> Rafinesque, 1810	Sn
	<i>Symphurus ligulatus</i> (Cocco, 1844)	Sl
Gadidae	<i>Antonogadus megalokynodon</i> (Kolombatovic, 1894)	Am
	<i>Gadiculus argenteus argenteus</i> Guichenot, 1850	Ga
	<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1826)	Mp
	<i>molva dipterygia macrophthalma</i> (Rafinesque, 1810)	Md
	<i>physis blennoides</i> (Brünnich, 1768)	Pb
Lophiidae	<i>Lophius budegassa</i> Spinola, 1807	Lb
	<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758	Lp
Macroramphosidae Nettastomatidae	<i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus, 1758)	Ms
Macrouridae	<i>Coelorhynchus coelorhynchus</i> (Risso, 1810)	Cc
	<i>Hymenocephalus italicus</i> Giglioli, 1884	Hi
	<i>Nezumia aequalis</i> (Günther, 1878)	Na
	<i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> (Risso, 1810)	Tty
Merluccidae	<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	Mm
Moridae	<i>Mora moro</i> (Risso, 1810)	Mmo
Mullidae	<i>Lampanyctus crocodilus</i> (Risso, 1810)	Lcr
Myctophidae	<i>Bentosema glaciale</i> (Reinhard, 1837)	Bg
	<i>Cerastoscopus maderensis</i> (Lowe, 1839)	Cm
Notacanthidae	<i>Notacanthus bonapartei</i> (Risso, 1840)	Nb
Rajidae	<i>Raja oxyrinchus</i> (Linnaeus, 1758)	Ro
Scophthalmidae	<i>Lepidorhombus boscii</i> (Risso, 1810)	Lbo
Scorpaenidae	<i>Scorpaena elongata</i> Cadenat, 1943	Se
	<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)	Hd
Scyliorhinidae	<i>Galeus melastomus</i> Rafinesque, 1810	Gm
	<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	Sc
Sparidae	<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1826)	Pa

	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)	Pbo
Sphyreanidae	<i>Sphyraena sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	Ss
Squalidae	<i>Etmopterus spinax</i> (Linnaeus, 1758)	Es
	<i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788)	DI
Sternoptychidae	<i>Argyropelecus hemigymnus</i> Cocco, 1829	Ah
Stomiidae	<i>Stomias boa boa</i> (Risso, 1810)	Sb
Synaphobranchidae	<i>Dysomma brevirostre</i> (Facciola, 1887)	Db
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	Tm
	<i>Torpedo nobiliana</i> Bonaparte, 1835	Tn
	<i>Torpedo torpedo</i> Linnaeus, 1758	Tto
Trachichthyidae	<i>Hoplostethus mediterraneus</i> Cuvier, 1829	Hm
Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i> (Euphrasen, 1788)	Lca
Triglidae	<i>Lepidotrigla cavillone</i> (Lacepède, 1801)	Lc

Tableau A.2. Liste faunistique des Crustacés associés à *A. antennatus*

Famille	Espèce	N°
Alpheidae	<i>Alpheus glaber</i> (Olivi, 1792)	Ag
Aristeidae	<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (Risso, 1827)	Af
Crangonidae	<i>Pontocaris lacazei</i> (Gourret, 1887)	Pla
	<i>Pontocaris cataphractus</i> (Olivi, 1792)	Pc
	<i>Ponthophilus spinosus</i> (LEACH 1815)	Psp
Diogénidés	<i>Dardanus arrosor</i> Herbst, 1796	Da
Galatheidae	<i>Munida iris</i> A. Milne Edwards 1880	Mi
Geryonidae	<i>Geryon longipes</i> A. Milne Edwards, 1881	Gl
Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i> (Linné, 1758)	Gr
Homolidae	<i>Paramola cuvieri</i> (Risso, 1816)	Pcu
Majidae	<i>Anamatias rissoana</i> (Roux, 1828)	Ar
	<i>Rochinia carpenteri</i> (Thomson, 1873)	Rc
Nephropidae	<i>Nephrops norvegicus</i> (Linnaeus, 1758)	Nn
Oplophoridae	<i>Acanthephyra pelagica</i> (Risso, 1816)	Ap
Paguridae	<i>Pagurus alatus</i> (Fabricius, 1775)	Pal
Penaeidae	<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)	Pl
Pandalidae	<i>Plesionika heterocarpus</i> (Costa, 1871)	Ph
	<i>Plesionika martia</i> (A. Milne Edwards, 1883)	Pm
	<i>Plesionika acanthonotus</i> (Smith, 1892)	Pac
	<i>Plesionika gigliolii</i> (Senna, 1903)	Pg
	<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851)	Pe
	<i>Plesionika antigai</i> Zariquiey Alvarez, 1955	Pat
	<i>Chlorotocus crassicornis</i> (Costa, 1871)	Ccr
Pasiphaeidae	<i>Pasiphaea sivado</i> (Risso, 1816)	Ps
	<i>Pasiphea spp</i>	Pspp
	<i>Pasiphaea multidentata</i> Esmark, 1866	Pmu

Polychealidae	<i>Polycheles typhlops</i> Heller, 1862	Pt
Portunidae	<i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758)	Ld
	<i>Bathynectes maravigna</i> (Prestandrea, 1839)	Bm
	<i>Macropipus tuberculatus</i> (Roux, 1830)	Mt
Processidae	<i>Processa canaliculata</i> Leach, 1815	Pcn
	<i>Processa novelli</i> Al-Adhub & Williamson 1975	Pn
Palinuridae	<i>Palinurus mauritanicus</i> Gruvel, 1911	Pmo
Sergestidae	<i>Sargestes arcticus</i>	Sa
	<i>Sergia robusta</i> (H. Milne-Edwards)	Sr
Solenoceridae	<i>Solenocera membranacea</i> (Risso, 1816)	Sm
Xanthidae	<i>Monodaeus couchii</i> (Couch, 1851)	Mc

Tableau A.3. Liste faunistique des Mollusques associés à *A. antennatus*

Famille	Espèce	N°
Aporrhaidae	<i>Aporrhais serresianus</i> (Michaud, 1828)	As
Cassidae	<i>Phalium granilatam</i> (Von Born, 1778)	Pg
	<i>Cassidaria tyrrhena</i> (Chemnitz, 1789)	Ct
Enoploteuthidae	<i>Abralia verenyi</i> (Varany, 1837)	Av
Histioteuthidae	<i>Histioteuthis bonnelii</i> (Ferussac, 1835)	Hb
Loliginidae	<i>Loligo vulgaris</i> (Lamarck, 1798)	Lv
Onychoteuthidae	<i>Ancistroteuthis lichtensteini</i> (Orbigny, 1839)	Al
Octopodidae	<i>Bathypolypus sponsalis</i> (P. et H. Fisher, 1892)	Bs
	<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1799)	Em
	<i>Eledon cirrhosa</i> (Lamarck, 1799)	Ec
	<i>Pteroctopus tetracirrhus</i> (Delle Chiaje, 1830)	Pt
	<i>Octopus salutii</i> Verany, 1839	Os
Ommastrephidae	<i>Todarodes sagittatus</i> (Lamarck, 1798)	Ts
	<i>Illex coindetii</i> (Verany, 1839)	Ic
	<i>Todaropsis eblanae</i> (Ball, 1841)	Te
Sepiolidae	<i>Rossia macrosoma</i> (Delle Chiaje, 1829)	Rm
	<i>Sepietta oweniana</i> (Pfeffer, 1908)	Sow
	<i>Neorossia caroli</i> (Joubin, 1902)	Nc
Sepiidae	<i>Sepia orbignyana</i> Ferussac, 1826	So

Annexe B

Tableau B. Répartition des tailles de *A. antennatus* par stations effectuées lors de la campagne VDE

N°	2				3				6				7										
	438				575				460				587										
P	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M						
11			38	14		11			38			11			38	3		11		1	38	6	
12			39	28		12			39			12			39	3		12			39	9	
13			40	19		13			40			13			40	3		13	1		40	9	
14			41	33		14			41			14			41	5		14			41	8	
15			42	33		15			42	1		15			42	3		15			42	8	
16			43	17		16			43			16			43	2		16			43	2	
17			44	13		17			44			17			44	1		17			44	9	
18			45	8		18			45			18			45	2		18	1		45	7	
19			46	4		19			46			19			46	1		19		3	46	4	
20			47	4		20			47			20			47	2		20		1	47	3	
21			48	2		21			48			21		1	48			21	2	2	48	4	
22			49	3		22		1	49			22	1	2	49	1		22	7	6	49	5	
23		1	50			23	1		50			23		8	50	2		23	2	4	50	2	
24			51			24		1	51			24	2	10	51	3		24	7	9	51	2	
25			52			25		1	52			25	3	6	52	1		25	3	5	52	2	
26			53	1		26			53			26	3	4	53	3		26	11	13	53	1	
27		2	54	1		27	2		54			27	4	11	54	2		27	12	15	54	2	
28			55			28			55			28	9	13	55	6		28	9	14	55	1	
29			56			29			56			29		13	56	1		29	8	12	56	2	
30			57			30			57			30	1	5	57	3		30	6	10	57	2	
31			58			31			58			31	4	4	58	2		31	6	6	58	2	
32	2		59			32			59			32	2	2	59	2		32	4	4	59	1	
33	2		60			33			60			33	1	3	60	1		33	8	3	60	1	
34	3		61			34		1	61			34		3	61			34	7		61		
35	2		62			35			62			35	3		62	3		35	4		62	1	
36	3		63			36			63			36			63			36	6		63		
37	16		64			37			64			37	5		64			37	13		64		
			S	28	3				S	4	4				S	38	85				S	117	108
			M	40.9	25.6				M	29.7	26.2				M	41.1	27.3				M	36.4	26.7

Nº	8						14						15						16					
P	395						652						561						721					
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M				
11			38	3		11			38	9		11			38	4		11			38	3		
12			39	3		12			39	17		12			39	7		12			39	3		
13			40	4		13			40	17		13			40	4		13			40	3		
14			41	5		14			41	8		14			41	9		14			41			
15			42	1		15			42	14		15			42	5		15			42	2		
16			43	6		16			43	8		16			43	1		16			43			
17			44	2		17			44	3		17	2	1	44	3		17	1	1	44	1		
18			45			18			45	5		18	2	1	45	2		18		1	45	2		
19			46			19	1		46	2		19	4	3	46	2		19	4	5	46			
20			47	2		20	1	4	47	3		20	2	5	47	1		20	3	8	47			
21			48			21	2	5	48	2		21	9	7	48	1		21	7	11	48	2		
22			49			22	3	8	49	3		22	10	9	49	1		22	13	10	49	1		
23			50	1		23	7	11	50	3		23	17	15	50	2		23	11	17	50			
24	1		51	1		24	5	9	51	1		24	13	21	51	2		24	6	16	51	1		
25			52			25	9	15	52			25	7	19	52			25	10	10	52			
26		1	53			26	7	13	53	1		26	8	19	53	1		26	6	12	53	2		
27			54			27	19	13	54			27	10	14	54			27	2	12	54	1		
28			55			28	8	17	55			28	7	10	55			28	5	11	55	2		
29			56			29	10	6	56			29	11	8	56	1		29	2	9	56	1		
30	1		57			30	13	6	57			30	7	11	57			30	2	1	57	3		
31			58			31	5	3	58			31	3	8	58			31	4	12	58	3		
32	2		59			32	7		59			32	2		59			32		9	59	2		
33	5		60			33	6	1	60			33	6	2	60			33	3	2	60	1		
34	1		61			34	13		61			34	3	1	61			34		2	61			
35	2		62			35	5		62			35	2		62			35	3	2	62			
36	2		63			36	10		63			36	4	1	63			36	2		63			
37	3		64			37	6		64			37	6		64			37	1		64	1		
			S	45	1				S	233	111				S	181	155				S	119	151	
			M	38.8	26				M	34.6	25.6				M	30.6	25.5				M	32	25.6	

N°	17					23					27					31							
P	752					538					597					561							
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M			
11			38	4		11			38	3		11			38	2		11			38	3	
12			39	2		12			39	5		12			39	1		12			39	6	
13			40	2		13			40	2		13			40	2		13			40	10	
14			41	5		14			41	6		14			41	4		14			41	8	
15			42	5		15			42	5		15			42	3		15			42	9	
16			43	2		16			43	1		16	1		43	6		16			43	4	
17			44			17			44	6		17			44	3		17			44	11	
18			45	1		18			45	6		18			45	1		18			45	2	
19	1		46	1		19			46			19		2	46	1		19	3		46	2	
20	2	2	47	1		20			47	3		20	2		47	1		20	3		47		
21	5	2	48			21			48	1		21	1	3	48	4		21	3	1	48	1	
22	1	7	49	1		22			49	1		22	6	4	49	2		22	3	4	49	1	
23	4	10	50	1		23		1	50	1		23	10	2	50	1		23	5	3	50	1	
24	4	20	51			24			51			24	8	4	51			24	5	5	51		
25	2	8	52			25	1		52			25	5	4	52	2		25	5	5	52		
26	6	7	53			26	2		53			26	3	2	53	2		26	6	7	53		
27	2	22	54	1		27	1	1	54			27	6	1	54	1		27	6	5	54		
28	1	15	55			28	5	1	55			28	4	2	55	4		28	5	3	55		
29	4	12	56	2		29	6		56			29	5	3	56	1		29	8	1	56	1	
30	2	16	57			30	4	1	57			30	5	3	57	2		30	8	2	57		
31	2	15	58	1		31	6	1	58			31	5		58	1		31	8		58		
32	1	6	59	1		32	6		59			32	2		59			32	7	1	59	1	
33	2	4	60	1		33	9	1	60			33	1		60			33	5		60		
34	4	1	61			34	5		61			34	2		61			34	6	1	61		
35	1		62	2		35	8	1	62			35	1		62			35	3	2	62		
36	1	2	63			36	6		63			36	3		63			36	10		63		
37	4	1	64			37	7		64			37			64			37	5		64		
		S	82	150			S	106	7			S	114	30			S	164	40				
		M	34.9	27.3			M	36.3	29.5			M	27.2	24.7			M	34	26.2				

N°	32					33					36					37							
P	521					603					809					342							
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M			
11			38	4		11			38	5		11			38	4		11			38		
12			39	2		12			39	7		12			39	2		12			39		
13			40	8		13			40	8		13			40	5		13			40		
14			41	3		14			41	8		14			41	6		14			41	1	
15			42	7		15			42	12		15			42	3		15			42		
16			43	5		16		1	43	10		16			43	2		16			43	1	
17			44	3		17			44	11		17			44	2		17			44		
18			45	7		18			45	10		18			45	4		18			45		
19			46	1		19			46	8		19		2	46			19			46		
20			47	1		20		1	47	5		20	3	3	47	5		20		1	47		
21		1	48	2		21	1	2	48	2		21	6	6	48	3		21			48		
22			49	2		22	1	3	49	2		22	4	17	49	3		22			49		
23			50			23	1	2	50	2		23	7	15	50			23			50		
24			51	1		24	3	3	51	1		24	11	10	51	1		24			51		
25			52	1		25	3	2	52	2		25	5	7	52			25			52		
26		1	53			26	4	5	53	3		26	7	13	53	1		26			53		
27			54			27	2	5	54	2		27	7	8	54	3		27			54		
28		2	55			28	4	3	55	2		28	1	7	55			28			55		
29			56			29	3	3	56	1		29	6	8	56	1		29			56		
30			57			30	6	4	57	1		30	1	5	57			30			57		
31			58			31	3		58			31	1	1	58			31			58		
32	1		59			32	9		59			32	1		59			32			59		
33	1		60			33	1	3	60			33	1		60			33	1		60		
34	1		61			34	5	1	61			34			61			34	1		61		
35	5		62			35	5		62	1		35	1		62			35	1		62		
36	1		63			36	4		63			36	2		63			36			63		
37	4		64			37	2		64			37	2		64			37	1		64		
			S	60	4				S	160	38				S	111	102				S	6	1
			M	41.2	25.7				M	39.4	26.3				M	33.4	24.7				M	37.1	20

N°	38					40					41					42							
P	497					360					656					562							
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M			
11			38	5		11			38			11			38	6		11			38	9	
12			39	10		12			39			12			39	5		12			39	8	
13			40	11		13			40			13			40	11		13			40	4	
14			41	6		14			41	3		14			41	8		14			41	11	
15			42	5		15			42			15			42	6		15			42	10	
16			43	9		16			43	1		16			43	6		16			43	4	
17	1		44	7		17			44	1		17			44	1		17			44	5	
18			45	7		18			45			18			45	5		18			45	2	
19		1	46	9		19			46	2		19			46	2		19	2	1	46	1	
20	2		47	8		20			47			20		1	47	7		20		2	47	1	
21	3		48	6		21			48			21		2	48	3		21	2	1	48	1	
22	2		49	7		22			49			22	8	7	49	3		22	2	2	49	1	
23	3	2	50	6		23			50			23	1	7	50	2		23	3	7	50		
24	2	2	51	2		24			51			24	1	4	51			24	3	10	51	2	
25	6	1	52	3		25			52			25	5	5	52	6		25	6	10	52		
26	8	2	53	2		26			53			26	10	8	53			26	9	9	53	1	
27	5	5	54			27			54			27	6	9	54			27	4	10	54	1	
28	7	3	55	2		28			55			28	2	8	55	1		28	4	12	55		
29	10	2	56			29			56			29	3	9	56	1		29	9	3	56		
30	7	2	57			30			57			30	4	2	57			30	7	2	57		
31	5	1	58			31			58			31	5	3	58	1		31	4		58		
32	8		59	1		32			59			32	6		59			32	6	1	59		
33	5		60			33			60			33	4		60			33	6		60		
34	6		61			34			61			34	3		61			34	10		61		
35	6		62			35			62			35	11		62			35	13		62		
36	8		63			36			63			36	6		63			36	7		63		
37	11		64			37			64			37	2		64			37	4		64		
			S	211	21				S	7					S	151	65				S	162	70
			M	37.4	26.5				M	43.1					M	36.7	25.9				M	34.6	25.6

N°	43					45					46					47						
P	522					581					687					469						
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		
11			38			11			38	8		11			38	4		11			38	7
12			39			12			39	11		12			39	7		12			39	5
13			40			13			40	6		13			40	3		13			40	5
14			41			14			41	7		14			41	8		14			41	11
15			42			15			42	10		15			42	7		15			42	9
16			43	1		16			43	10		16			43	5		16			43	6
17			44			17			44	6		17			44	7		17			44	3
18			45			18			45	5		18		1	45	4		18			45	5
19			46			19			46	10		19	1		46	6		19			46	3
20			47			20			47	5		20	1	1	47	4		20			47	3
21			48			21			48	7		21	3	2	48	1		21			48	4
22			49			22			49	3		22	7	6	49			22			49	1
23	2		50			23	1		50	2		23	6	3	50	4		23	2		50	2
24			51			24			51	4		24	6	8	51	5		24			51	
25			52			25	1		52	2		25	2	4	52	3		25	1	1	52	
26			53			26		2	53	3		26	3	10	53	2		26		1	53	1
27			54			27	7	4	54	1		27	3	10	54	1		27			54	1
28			55			28	4	1	55	1		28	8	16	55			28	2		55	1
29			56			29	1		56			29	7	14	56			29	2		56	
30			57			30	2		57	1		30	5	4	57	2		30	2		57	
31			58			31	2		58			31	1	2	58			31	1		58	1
32			59			32	4		59			32	6	2	59			32	2		59	
33			60			33	6		60			33	5	2	60	1		33			60	
34			61			34	6		61			34	3		61			34	3		61	
35			62			35	9		62			35	5		62			35	4		62	
36			63			36	3		63			36	1		63			36	3		63	
37			64			37	12		64			37	5		64			37	4		64	
	S	3				S	160	7				S	152	85				S	94	2		
	M	29.6				M	40	26.8				M	36.4	26.6				M	40.2	25.5		


N°	49					50					54					4						
P	560					487					700					977						
	F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		F	M		
11			38	3		11			38			11			38	4		11			38	3
12			39	5		12			39			12			39	2		12			39	3
13			40	9		13			40			13			40	1		13			40	3
14			41	7		14			41	1		14			41	2		14			41	4
15			42	4		15			42			15			42	4		15			42	1
16			43	4		16			43			16			43	2		16			43	3
17			44	2		17			44			17			44	2		17	3	1	44	4
18			45			18			45			18	2	2	45			18	2	4	45	6
19			46	1		19			46			19	3	4	46	3		19	2	8	46	3
20			47	2		20			47			20	7	5	47	4		20	11	14	47	3
21			48			21			48			21	9	13	48			21	15	17	48	2
22			49	2		22			49			22	13	15	49	1		22	7	12	49	5
23			50			23			50			23	5	14	50			23	6	8	50	2
24			51			24			51			24	7	9	51	3		24	4	10	51	1
25	1		52			25			52			25	3	3	52	1		25	6	4	52	3
26	1		53			26			53			26	5	11	53			26	4	8	53	2
27		1	54			27			54		1	27	1	12	54			27	2	16	54	
28	3	1	55	1		28			55			28		5	55	1		28	1	9	55	1
29			56			29			56			29	3	1	56	1		29	3	6	56	
30	1		57			30			57			30		2	57			30	4	7	57	1
31	3		58			31			58			31	1		58	1		31	3		58	
32	2		59			32			59			32	1		59			32	6	2	59	
33	1		60			33			60			33			60			33	1		60	
34	6		61			34			61			34			61			34	1	1	61	
35	6		62			35			62			35	3		62			35			62	
36	3		63			36			63			36	2		63			36	1		63	
37	7		64			37			64			37	1		64			37	1		64	
	S	74	2			S	1					S	98	96				S	133	127		
	M	38	27.5			M	41					M	30.9	23.6				M	32.2	23.9		


N° : Numéro de station

P : Profondeur moyenne (en mètre)

S : Total des individus

M : taille moyenne des individus






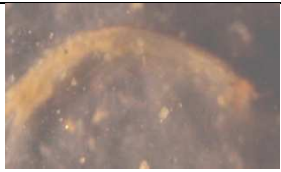


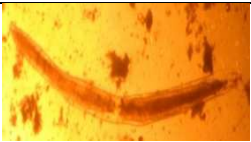









 Stations de l'Ouest

 Station du centre

 Station de l'Est

Annexe C.

Tableau C. Photographie de certaines proies identifiées pour l'étude du régime alimentaire de *A. antennatus*

Groupe de proie				
Radiolaire				
Foraminifères	 <p style="text-align: center;"><i>Textularia sp</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>SP</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Elphidium sp</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Globigerina sp</i></p>
Vers	 <p style="text-align: center;">Polychètes</p>	 <p style="text-align: center;">Nématodes</p>	 <p style="text-align: center;">Annélides</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Sp</i></p>
Mollusques	 <p style="text-align: center;">Bivalve</p>	 <p style="text-align: center;">Bivalve</p>	 <p style="text-align: center;">Gasteropode</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Benthonella tenella</i></p>
Crustacés	 <p style="text-align: center;">Gnatopode d'amphipode <i>Monoculodes sp</i></p>	 <p style="text-align: center;">Décapode</p>	 <p style="text-align: center;">Copépode</p>	
Echinoderme				

	Spicule d'ophiure	Radiole d'échinide
--	-------------------	--------------------

Annexe D.

Modèle de Beverton et Holt (1957)

Ce modèle de production par recrue (Y/R) s'écrit sous forme de l'équation suivante :

$$Y/R = F \exp(-M*(tc-tr)) * W_{\infty}(1/Z + 3S/(Z+K) + 3S^2/(Z+2K) + S^3/(Z + 3K))$$

$$S = \exp(-k*(tc-t_0))$$

K = paramètre de croissance de von Bertalanffy,

T₀= temps où la longueur est supposée nulle

Tc=âge à la première capture

Tr = âge de recrutement

W_∞ = poids corporel asymptotique

F= mortalité par pêche

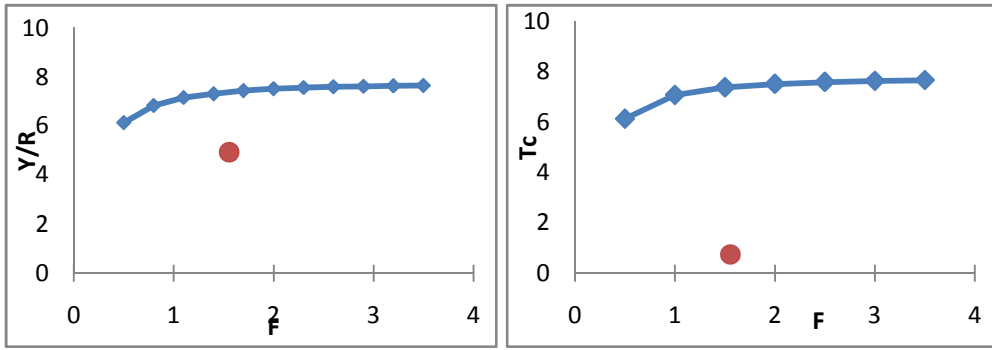
M= mortalité naturelle

Z=mortalité totale

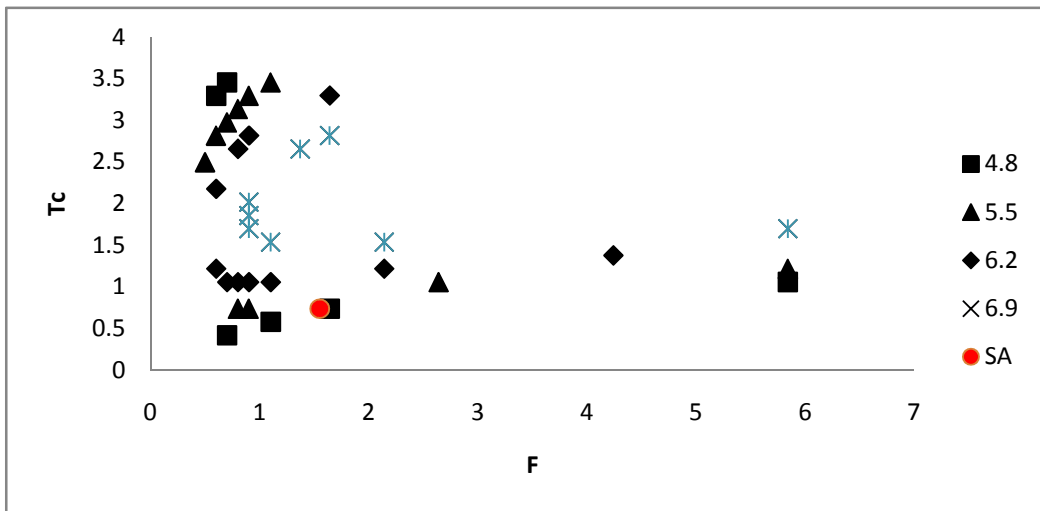
Tableau D.1. Rendement par recrue Y/R des femelles de *A. antennatus* en fonction de tc et pour différents F

tc	F	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2	2.3	2.6	2.9	3.2	
0.4		4.974	4.708	4.268	3.859	3.516	3.235	3.004	2.813	2.655	2.521	1.556
0.6		5.332	5.254	4.934	4.603	4.311	4.063	3.856	3.681	3.533	3.407	3.673
0.8		5.634	5.739	5.545	5.300	5.068	4.863	4.687	4.536	4.406	4.294	4.446
1		5.868	6.144	6.073	5.915	5.747	5.589	5.449	5.326	5.218	5.124	5.176
1.2		6.028	6.457	6.500	6.427	6.322	6.212	6.110	6.016	5.933	5.858	5.827
1.4		6.114	6.674	6.820	6.825	6.778	6.716	6.650	6.586	6.527	6.473	6.374
1.6		6.129	6.798	7.032	7.106	7.113	7.093	7.062	7.026	6.990	6.956	6.804
1.8		6.081	6.834	7.142	7.275	7.330	7.347	7.347	7.337	7.322	7.306	7.115
2		5.976	6.793	7.160	7.341	7.436	7.486	7.512	7.525	7.529	7.529	7.310
2.2		5.824	6.684	7.096	7.316	7.444	7.521	7.569	7.601	7.621	7.635	7.398
2.4		5.634	6.518	6.963	7.213	7.366	7.465	7.532	7.579	7.613	7.638	7.391
2.6		5.413	6.307	6.773	7.045	7.217	7.333	7.414	7.474	7.518	7.553	7.301
2.8		5.169	6.061	6.537	6.824	7.009	7.138	7.230	7.299	7.352	7.394	7.143
3		4.910	5.788	6.268	6.562	6.756	6.893	6.993	7.069	7.128	7.176	6.929
												6.672

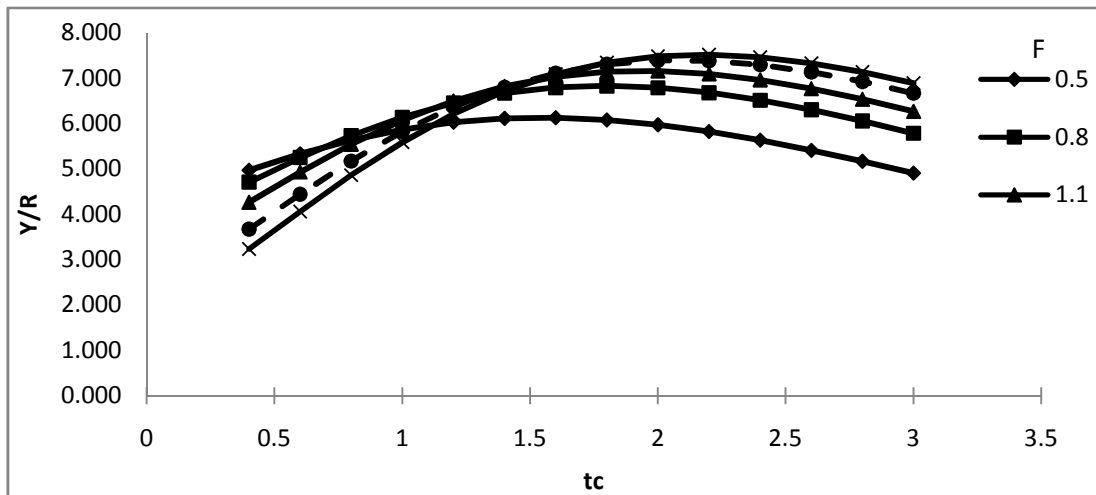
Y/R=4.928



Courbe de rendement eumétrique des femelles Courbe de pêche eumétrique des femelles



Courbes d'égal rendement ou isoplèthes de *A. antennatus* femelle

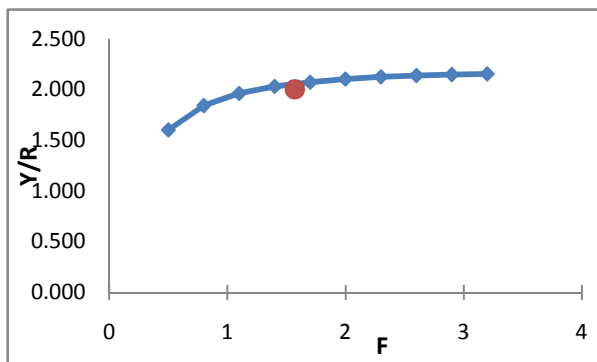


Courbes de rendement par recrue Y/R en fonction de l'âge de première capture t_c et pour différentes mortalités par pêche F chez les femelles

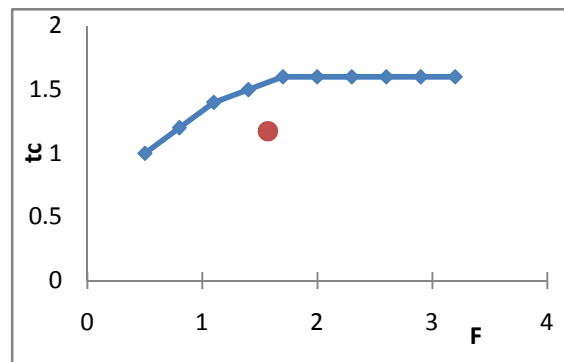
Tableau D.2. Rendement par recrue Y/R des mâles de *A. antennatus* en fonction de tc et pour différents F

tc	F	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2	2.3	2.6	2.9	3.2	
												1.571
0.4		1.452	1.507	1.457	1.381	1.304	1.233	1.171	1.116	1.068	1.027	1.337
0.6		1.532	1.649	1.646	1.606	1.555	1.504	1.457	1.414	1.376	1.341	1.577
0.8		1.583	1.754	1.795	1.789	1.765	1.734	1.704	1.674	1.647	1.621	1.776
1		1.604	1.819	1.897	1.921	1.921	1.911	1.896	1.880	1.863	1.847	1.923
1.2		1.597	1.844	1.952	2.002	2.023	2.030	2.029	2.025	2.018	2.011	2.016
1.4		1.564	1.833	1.964	2.033	2.071	2.092	2.104	2.110	2.112	2.113	2.058
1.6		1.511	1.792	1.939	2.023	2.074	2.106	2.127	2.141	2.151	2.157	2.055
1.8		1.442	1.727	1.884	1.977	2.037	2.078	2.106	2.126	2.141	2.153	2.014
2		1.362	1.645	1.805	1.904	1.970	2.016	2.049	2.074	2.094	2.109	1.945
2.2		1.275	1.550	1.710	1.812	1.881	1.930	1.966	1.994	2.016	2.034	1.854
2.4		1.185	1.448	1.604	1.705	1.775	1.826	1.864	1.894	1.917	1.936	1.748
2.6		1.093	1.342	1.492	1.591	1.660	1.711	1.750	1.780	1.804	1.824	1.633
2.8		1.002	1.236	1.379	1.473	1.540	1.590	1.628	1.658	1.682	1.702	1.514
3		0.914	1.132	1.265	1.355	1.419	1.467	1.504	1.533	1.556	1.576	1.394

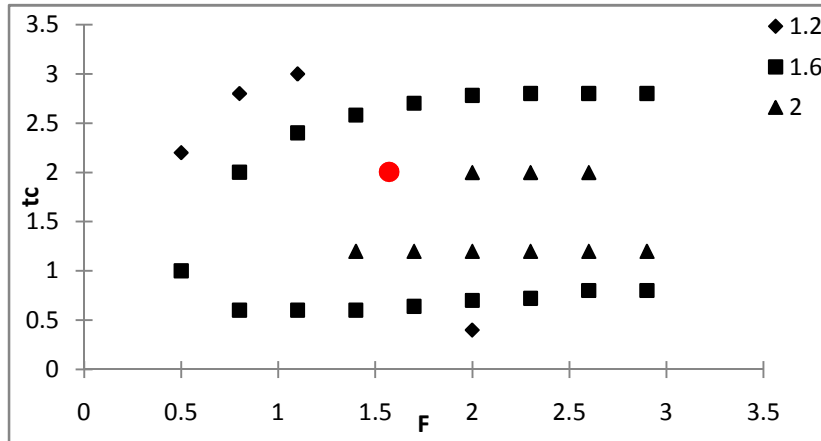
Y/R=2.006



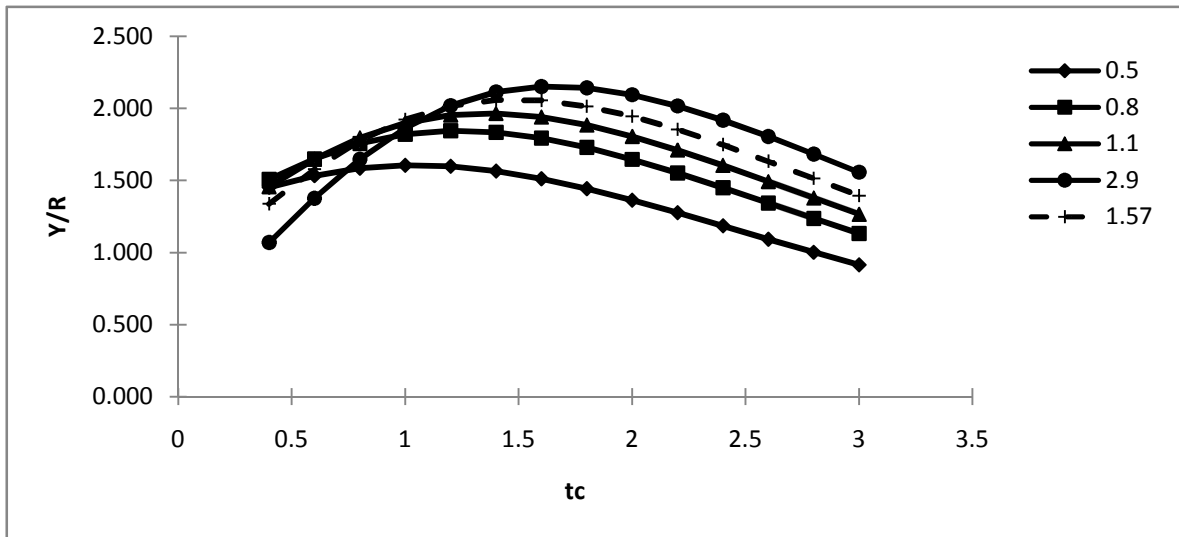
Courbe de rendement eumétrique des mâles



Courbe de pêche eumétrique des mâles



Courbes d'égal rendement ou isoplèthes de *A. antennatus* mâles



Courbes de rendement par recrue Y/R en fonction de l'âge de première capture t_c et pour différentes mortalités par pêche F chez les mâles

Tableau D.3. Biomasse relative par recrue des femelles de *A. antennatus* (Beverton et Holt, 1966)

	B'/R									
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	24.7
0.1	0.829	0.831	0.832	0.834	0.836	0.838	0.84	0.842	0.843	0.837
0.2	0.669	0.672	0.676	0.679	0.682	0.686	0.689	0.692	0.696	0.685
0.3	0.523	0.527	0.531	0.536	0.54	0.545	0.549	0.554	0.558	0.543
0.4	0.391	0.396	0.401	0.406	0.411	0.416	0.421	0.427	0.432	0.415
0.5	0.276	0.281	0.286	0.291	0.297	0.302	0.307	0.313	0.318	0.301
0.6	0.179	0.184	0.189	0.194	0.199	0.204	0.209	0.214	0.219	0.203
0.7	0.103	0.107	0.111	0.115	0.12	0.124	0.128	0.133	0.137	0.123
0.8	0.049	0.051	0.054	0.057	0.06	0.063	0.066	0.069	0.073	0.062
0.9	0.015	0.017	0.018	0.019	0.021	0.022	0.024	0.026	0.027	0.022
1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001

Tableau D.4. Biomasse relative par recrue des mâles de *A. antennatus* (Beverton et Holt, 1966)

	B'/R										
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	21.26
0.01	0.844	0.847	0.85	0.853	0.857	0.86	0.863	0.866	0.868	0.871	0.863
0.2	0.696	0.702	0.708	0.714	0.719	0.725	0.731	0.736	0.741	0.747	0.732
0.3	0.558	0.566	0.574	0.582	0.589	0.597	0.605	0.612	0.619	0.626	0.606
0.4	0.432	0.441	0.45	0.459	0.468	0.477	0.486	0.495	0.503	0.511	0.488
0.5	0.317	0.327	0.337	0.346	0.356	0.365	0.375	0.385	0.394	0.403	0.377
0.6	0.218	0.227	0.237	0.246	0.255	0.265	0.274	0.283	0.292	0.302	0.276
0.7	0.135	0.143	0.151	0.159	0.167	0.176	0.184	0.193	0.201	0.209	0.186
0.8	0.071	0.076	0.082	0.088	0.095	0.101	0.108	0.114	0.12	0.127	0.109
0.9	0.026	0.029	0.032	0.035	0.039	0.042	0.046	0.049	0.053	0.057	0.047
1	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004