

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المعهد الوطني لعلوم البحر و قبة الساحل
Institut National des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en
Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral
Option : Halieutique

Thème :

**Aspects bioéconomiques et dynamiques de la pêche chalutière
crevettière au port de Bejaia.**

Présenté par :

BELHABIB Dyhia

Encadré par :

Mme. MILLA – MAOUEL D. (Chargée de cours - ISMAL)
Mme. KORICHI H.S. (Chargée de cours - ISMAL)

Membres du jury :

Mme. LOUANCHI F.Maître de conférence (ISMAL)Présidente
Mme. AMROUCHE L.Chargée de cours (ISMAL)Examinatrice
Mr. BOUAZIZ A.Maître de conférence (Université d'Alger)Examinateur
Mr. ZEGHDOUDI E.....Maître assistant (Université de Blida – CNDPA)Examinateur

- 2007 -

Remerciements

Je tiens à remercier mes deux promotrices M^{me} Korichi H.S. et M^{me} Mila – Maouel D., sans qui ce travail n'aurait pu se réaliser ;

Je remercie M^{me} Louanchi F., M^{me} Amrouche L., M^r Bouaziz A., et M^r Zeghdoudi E., d'avoir accepté de faire partie de mon jury, leur présence m'honore ;

Je n'oublie pas d'adresser un remerciement spécial à M^r Zeghdoudi pour m'avoir porté secours afin de mener à bien ce présent travail ;

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à M^r Adouane directeur de la D.P.R.H., Mr. Salah ainsi que tous les employés de la Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques de la wilaya de Bejaia ;

Je témoigne de ma gratitude à Mon oncle M^r Chibane M., Doyen du département de biologie de la faculté Abderrahman Mira de Bejaia, Ramtan, Nourida et leur promoteur ;

Je remercie cordialement M^r Chalabi, et mon oncle Mourad pour m'avoir aidée à faire les bons choix ;

Je n'omets pas mes chers parents qui m'ont prêté main forte, et m'ont accompagnée tout le long de mes études. Et je n'en oublie pas ma sœur Kahina qui a tenu à figurer dans ces remerciements ;

Un grand merci à Laurent pour toute la documentation qu'il m'a fournie ;

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents, qui m'ont soutenue tout au long de ma vie ;

Mon frère Kamil et ma sœur Kahina ;

Mes grands parents que je chérie ;

Toute ma famille ici et ailleurs ;

A oncle Mourad ;

A Abdou (Chalabi) ;

A oncle Mustapha et tante Nachida, leur petite famille et Mila spécialement, tonton Ismaïl et à la petite Tana ;

Tous mes amis (NJ, Sso, Liz, Jasmine, Sihem, Kader, Miki, Hanafi, Laurent, David et Peggy, RJ, Nasser et le reste du groupe 'the rave', Zoheir, Meryem, Lydia, Rabie, Samira, Ourida, Nassima, Mennad, Larbi) ;

Mme Maouel et Madame Korichi à qui je témoigne le plus profond respect et gratitude ;

Tous mes enseignants ;

Lissa, Spank, Kouka ;

A tous ceux que j'aime et que j'ai omis de citer...

Dyhia

SOMMAIRE

Introduction	1
Chapitre I : Généralités	
I- Généralités.....	2
I-1- Zone d'étude.....	2
I-1-1- Circulation des eaux dans le bassin méditerranéen.....	2
I-1-2- Présentation de la zone d'étude : Golfe de Bejaia	2
I-1-2-1- Situation géographique et morphologie	3
I-1-2-2- Sédimentologie et Bathymétrie.....	3
I-1-2-3- Réseau hydrologique.....	4
I-1-2-4- Le climat.....	4
I-1-3- Port de Bejaia	4
I-1-4- Infrastructures portuaires	5
I-1-4-1- Des structures de soutien.....	5
I-1-4-2- Structures de commercialisation.....	5
a- Les dispositifs de vente.....	5
b- Emplois générés par l'activité.....	6
I-1-5- Zones de pêche de la région de Bejaia.....	6
I-2- Présentation de l'espèce.....	7
I-2-1- Position systématique.....	7
I-2-3- Noms vernaculaires	7
I-2-4- Caractères de Peneidés.....	7
I-2-5- Caractères des Aristeidés.....	8
I-2-6- Caractères d' <i>Aristeus antennatus</i>	8
I-2-6-1- Description.....	8
I-2-6-2- Confusion possible.....	9
I-2-6-3- Dimorphisme sexuel.....	9
I-2-6-4- Distribution et habitat.....	10
I-2-6-5- Biologie.....	10
a- Mœurs.....	10
b- Reproduction et recrutement.....	11
c- Alimentation.....	11
I-2-6-5- Pêche.....	11
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II- Méthode d'étude.....	12
II-1- Récolte des données et travail sur le terrain.....	12
II-1-1- récolte des données.....	12
II-1-2- Classification et choix des chalutiers.....	12
II-1-3- Travail sur le terrain récolte des échantillons.....	12

II-1-4- Traitement des échantillons.....	13
II-1-4-1- Mensurations.....	13
II-1-4-2- Pesée.....	13
II-2- Étude de la croissance.....	13
II-2-1- Étude de l'âge.....	13
II-2-1-1- Méthode de Bhattacharya (1967).....	13
II-2-2- Détermination des paramètres de croissances (L_{∞} , k et t_0) sans connaissance de l'âge.....	15
II-2-2-1- Méthode de WETHERALL et al. (1986).....	15
II-2-2-2- Estimation de K par la méthode de Pauly (1984).....	16
II-2-2-3- Méthode de Pauly (1984) pour l'estimation de t_0	16
II-3- Étude de la mortalité.....	17
II-3-1- Estimation du coefficient instantané de mortalité totale Z /an.....	17
II-3-1-1- Méthode de Jones (1983) pour l'estimation de Z	18
II-3-1-2- Méthode de Pauly (1983) pour l'estimation de Z	18
II-3-2- Estimation du coefficient instantané de mortalité naturelle M /an.....	18
II-3-2-1 Méthode de Taylor (1959).....	18
II-3-2-2- Méthode de Cubillos	18
II-3-3- Estimation du coefficient instantané de mortalité par pêche F	19
II-4- Étude de la maturité sexuelle.....	19
II-5- Etude de l'exploitation.....	19
II-5-1- Etude de quelques aspects de l'état de la pêcherie crevettière dans la région de Bejaia	19
II-5-2- Estimation du niveau d'exploitation.....	20
II-5-2-1- Modèle de rendement global de Schaeffer (1954).....	20
II-5-2-2- Modèle Prédictif de Jones (1983).....	21
II-5-2-3- Modèle Prédictif de Thompson et Bell (1934) (VPA inversée).....	22
II-5-2-4- Modèle d'Analyse des Populations Virtuelles (VPA).....	23
II-6- Étude socio économique.....	23
II-6-1- Déroulement de l'enquête.....	23
II-6-2- Analyse socio-économique de l'activité de pêche de la région de Bejaia.....	24
II-6-3- Estimation de l'effort de pêche correspondant à l'optimum économique	25
II-7- Étude bioéconomique de la pêcherie chalutière crevettière de la région de Bejaia.....	25
II-7-1- Modèle Bioéconomique MEFISTO	25

II-7-1-1- Caractéristiques du modèle.....	25
II-7-1-2- Echelle de temps.....	26
II-7-1-3- Simulations.....	27
II-7-1-4- Événement.....	27
II-7-1-4- Conditions initiales.....	27
II-7-1-5- Données nécessaires à l'application du modèle MEFISTO.....	27

Chapitre III : Résultats et discussion

III-Résultats et discussion	30
III-1- Récolte des données et travail sur le terrain	30
III-1-1- Récolte des données.....	30
III-1-2- classification et choix des chalutiers.....	32
III-1-3- Travail sur le terrain récolte des échantillons.....	35
III-1-4- Traitement des échantillons.....	36
III-2- Étude de la croissance	37
III-2-1- Étude de l'âge.....	37
III-2-2- Détermination des paramètres de croissances sans connaissance de l'âge	40
III-2-2-1- Détermination de la valeur de Z/k , L_{∞} par la méthode de Wetherall et al. (1986).....	40
III-2-2-2- Estimation du coefficient de catabolisme K par la méthode de Pauly et Munro (1984).....	40
III-2-2-3- l'estimation de t_0 par la méthode de Pauly (1984).....	41
III-2-3- Croissance relative : Étude de la relation taille - Poids et détermination de W_{∞}	42
III-3- Étude de la mortalité.....	43
III-4- Etude de la maturité sexuelle.....	45
III-5- Etude de l'exploitation.....	46
III-5-1- Etude de quelques aspects de l'état de la pêcherie crevette dans la région de Bejaia.....	46
→Influence des paramètres environnementaux.....	47
→Variations des captures en fonction de l'effort actif.....	48
III-5-2- Estimation du niveau d'exploitation	49
III-5-2-1- Modèle de rendement global de Schaeffer (1954).....	49
III-5-2-2- Résultats et discussion du modèle de Jones (1983).....	52
III-5-2-3- Résultats et discussion du modèle de Thompson et Bell (1934)	53
III-5-2-4- Résultats et discussions du modèle d'Analyse des Populations Virtuelles (VPA).....	54

III-6 Étude socio économique.....	57
III-6-1- Analyse des données économiques.....	57
III-6-1-1- Etat civil de l'armateur.....	57
III-6-1-2- Bateau.....	58
III-6-1-3- Equipage.....	58
III-6-1-4- Appréciation de la rentabilité.....	60
III-6-2- Détermination de l'effort correspondant à l'optimum économique....	62
III-7- Étude bioéconomique.....	63
III-7-1- Résultats et discussions du MEFISTO	63
Conclusion	66
Bibliographie	
Annexes	

INTRODUCTION

L'Algérie bénéficie d'une façade maritime de plus de 1200 km, alimentée par un courant d'origine océanique qui favorise le développement des ressources halieutiques (**Chavance et Girardin, 1986**). Toutefois certains auteurs soulignent que la méditerranée serait une mer oligotrophe (**Jacques et Tréguer, 1986**). Elle serait riche en qualité de diversité d'espèces mais pas en quantité.

Situé à l'Est de la côte Algérienne, le port de Bejaia baigne du côté Nord – Est de la baie caractérisée par un plateau continental étroit, une pente accrue et des fonds accidentés (**Leclaire, 1972**). Cette région est donc caractérisée par une activité de pêche intense pratiquée fréquemment aux mêmes endroits de la baie. Ceci incite à étudier certains aspects de cette activité dans la région en question en plus du fait de la rareté des études y ont été effectuées.

L'espèce faisant l'objet de cette présente étude ; la crevette rouge (*Aristeus antennatus*, Risso, 1816) fait partie de la famille des Aristaeidés, c'est une espèce démersale qui vit à plus de 3000 m de profondeur (**Sardà et al., 2003**). Elle a été abordée du point de vue biologique, écologique et dynamique par un bon nombre d'auteurs (**Yahiaoui et al., 1985 ; Cartes et Sardà, 1989 ; Demestre et Fortuno, 1992 ; Demestre et Martin, 1993 ; Yahiaoui, 1994 ; Martinez – Banos, 1996, Fiorentino et al., 1998 ; Orsi Relini et Relini, 1998 ; Carbonell et al., 2000 ; Papaconstantinou et Kaporis, 2001 ; Rodriguez, 2003 ; Sardà et al., 2003 etc...**).

Selon **Maynou et al. (2006)**, la crevette rouge constitue l'espèce d'invertébré la plus présente en méditerranée occidentale, elle est la plus prisée économiquement étant ainsi visée par une large proportion de la flottille chalutière. L'étude des aspects biologique et économique et des interactions les reliant, serait intéressante, néanmoins elle reste restreinte à quelques travaux dans un nombre réduit de régions en méditerranée (notamment la méditerranée espagnole) qui ne touchent toutefois pas la région Est de la côte algérienne. C'est donc dans un contexte innovateur que s'inscrit ce présent travail se basant sur une approche statistique de prises et d'effort de pêche ; biologique par l'intermédiaire de différents modèles et se basant sur un échantillon biologique prélevé pendant la période d'étude afin de déterminer les différents paramètres de croissance, maturité et mortalité caractérisant le stock de crevette rouge dans la région de Bejaia ; analytique, optant pour une approche par le modèle global de Schaeffer(1954) et les modèles structuraux (Jones, 1983 ; Thompson et Bell, 1934 ; VPA en utilisant le programme VIT 4 conçu et adapté par **Leonart et Salat (1997)**) ; socioéconomique moyennant une enquête sur le terrain afin de localiser les différents indicateurs qui influenceraient le comportement du pêcheur et caractériseraient la zone concernée par cette présente étude et bioéconomique via la modélisation par le programme MEFISTO (**Leonart et al., 2003**) dont les données introduites sont directement liées aux résultats des différents modèles et enquêtes ayant fait l'objet de cette étude.

Ceci étant, ce présent travail met en contraste plusieurs questions qui ont pour objectifs de :

- Déterminer l'état du stock de crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) de la région de Bejaia.
- Déterminer la possibilité d'augmenter les rendements de crevette rouge tout en protégeant le stock.
- Définir la stratégie de pêche la plus appropriée pour cette région.
- Apprécier la rentabilité de cette activité chalutière et déterminer l'impact de la stratégie préconisée sur l'économie locale.

CHAPITRE I: GENERALITES

I) Généralités :

I-1- Zone d'étude :

I-1-1- Circulation des eaux dans le bassin méditerranéen:

Dans le bassin algérien, décrit comme un réservoir où l'eau atlantique s'accumule avant de s'écouler vers le Nord et l'Est, il est évident depuis longtemps que les courants géostrophiques (Fig. 1, Millot, 1987) montrent une très forte variabilité spatiale (Vrouch et al., 1992). En effet, la pénétration dans la mer d'Alboran de l'eau atlantique modifie les caractéristiques de cette dernière donnant naissance à l'eau atlantique modifiée (M.A.W.) (Millot et al., 1990 ; Jaques et Tréguer, 1986). Cette eau se trouve dans la couche superficielle de 150 m d'épaisseur, avec une température de 15°C à 23°C en surface et de 13.5 à 14°C en profondeur et des salinités de 36.5 à 38 ‰. L'écoulement de l'Eau Atlantique Modifiée se fait de façon cyclonique à l'échelle méditerranéenne. Le courant longeant la côte algérienne reste plus ou moins stable puis se structure en deux veines. Millot (1987 ; 1985) soulignent que l'Eau Atlantique Modifiée pénétrerait dans le bassin algérien sous forme de veine de courant étroit engendrant des méandres et tourbillons côtiers de 50 km de diamètre associés à des upwellings non induits par le vent, ces derniers favoriseraient une intense productivité biologique et par conséquent augmenteraient les capacités trophiques du milieu même en dérivant vers l'Est où l'échelle spatiale et temporelle reste suffisamment importante pour enrichir la région.

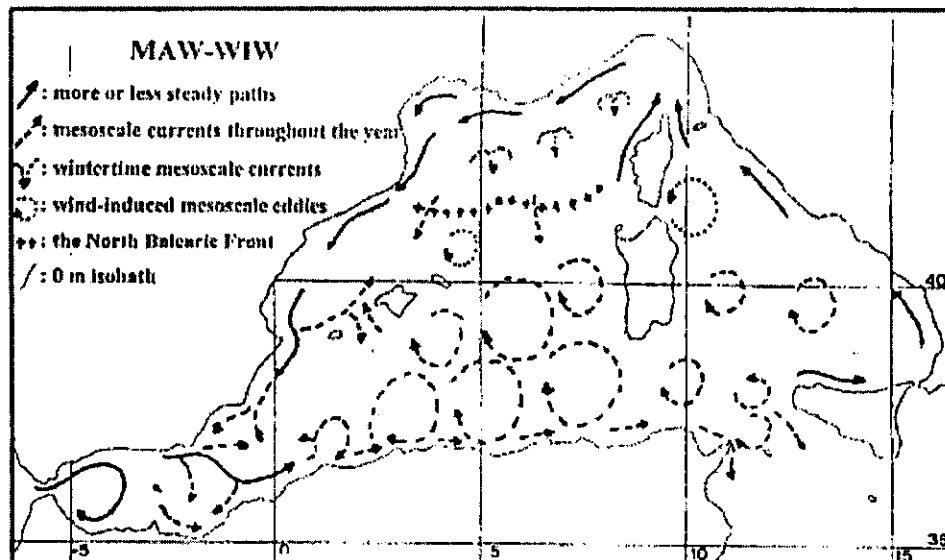


Figure N°1 : Circulation générale dans le bassin Algérien (Millot, 1987)

I-1-2- Présentation de la zone d'étude : Golfe de Bejaia

Cette présente étude a été réalisée au niveau du golfe et port de Bejaia situés à l'Est de la côte algérienne. Cette région compte une façade maritime d'environ 100 km, est située à 4°55' E. et 35°45' N.

I-1-2-1- Situation géographique et morphologie : (figure N°2)

Le golfe de Bejaia est situé à environs 130 km à l'Est d'Alger (Mezioud et Oulebsir, 2001), il correspond à une importante ouverture du littoral sur le large, sous forme concave. Délimité à l'Ouest par les falaises jurassiques du cap Bouak et à l'Est par le massif volcanique miocène du cap Al Aouana, il est caractérisé par une morphologie particulière (Leclaire, 1972) :

- Plateau continental peu étendu, d'une largeur moyenne de 1.5 km.
- Un glacis continental festonné par d'imposantes criques (Cap Aokas, Béni Segoual) d'où partent des vallées sous marines.
- Littoral sablonneux (dunes) qui ourle le pied des falaises de la Kabylie des Babors.

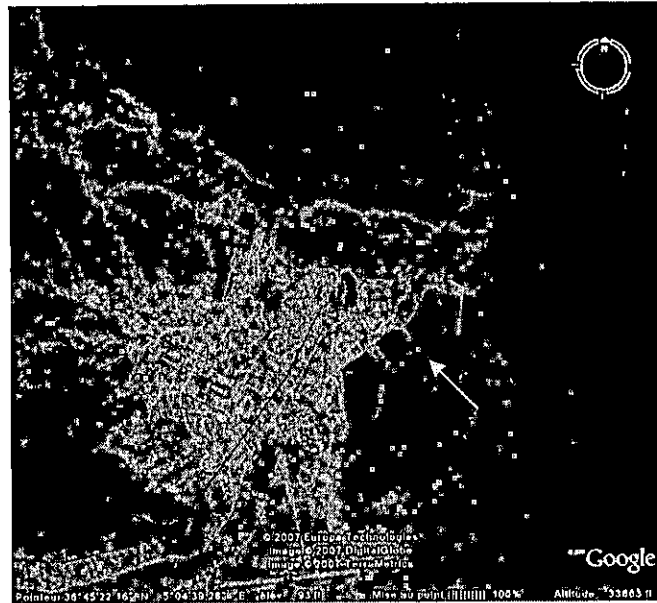


Figure N°2 : Vue globale de la baie de Bejaia et situation du port (Source Google earth, 2007)

I-1-2-2- Sédimentologie et Bathymétrie :

Selon Leclaire (1972), la distribution des sédiments du golfe de Bejaia est fonction de la bathymétrie, elle est caractérisée par trois principaux types des faciès :

- Les sables et les sablons siliceux sont rencontrés aux faibles profondeurs (0 – 20 m) et ce, à partir de la ville de Bejaia jusqu'à la rive Est de L'Oued Agrioun. De plus, une expansion vers le large (40 m) de faciès est observée particulièrement entre les embouchures des Oueds Soummam et Djemâa.
- Le faciès à boues silico – argileuses est au niveau de tout le golfe dominant entre 40 m et 80 m de profondeur.
- A partir de 100 m de profondeur et plus, les boues silico – argileuses sont retrouvées.

Dans la baie, le talus continental est entaillé par trois principales vallées, il existe un promptoire qui sépare la seconde de la troisième vallée, il présente une pente assez forte (Hemida, 2005), les fonds sont caractérisés par une vase terrigène à alcyonnaires et une vase sablonneuse assez profonde à funiculine, c'est une zone à crevette (*Parapeneaus longirostris*, *Plesionika edwardsii*, et *Aristeus antennatus*).

I-1-2-3- Réseau hydrologique :

Dans le golfe de Bejaia, le réseau hydrologique est essentiellement représenté par l'Oued Soummam et l'Oued Seghir situé à la périphérie du port, mais aussi l'Oued Djemâa, Oued Agrioun, Oued Zitoune, Oued Bouslam et Oued Amassine qui sont considérés comme d'importants vecteurs de matières organiques et de polluant divers (Rezzoug, 2000).

I-1-2-4- Le climat :

La région de Bejaia, comme l'ensemble de la méditerranée, est caractérisée par une saison sèche pendant les mois chauds et une saison pluvieuse pendant les mois froids (Mezioud et Oulebsir, 2001) avec une pluviométrie moyenne et irrégulière. Millot (1985) souligne que dans cette région, la température marque des valeurs particulièrement basses (entre 18.5 et 19°C) Ceci serait dû à l'existence de plumes d'eau froides ('Cool plumes')

I-1-3- Port de Bejaia : (D.P.R.H., 2007)

Le port de Bejaia est localisé à l'Ouest du golfe entre le Cap Bouak et avant l'embouchure de l'Oued Soummam (Ministère des transports, 1993 in Rezzoug, 2000). Il est abrité :

- Au nord par le massif de Gouraya dont la direction Ouest – Est couvre la rade qu'il protège des vents Nord – Ouest et du Nord. Cette rade qui s'étend du cap Carbon au cap Aokas est profonde de 10 à plus de 20 m,
- A l'Est par la jetée Est prolongeant le Cap Bouak sur une longueur de 650 m,
- Au Sud par une jetée en chevrons de 2750 m de longueur composé de trois éléments :
 - Jetée sud,
 - Jetée du large dotée d'une petite et d'une grande jetée,
 - Jetée de fermeture. (D.P.R.H., 2007)

Le port de Bejaia est un port mixte à activités multiples, et se subdivise en :

- Port pétrolier : situé à l'avant port à l'Ouest de la baie,
- Port commercial : situé à l'Est de la baie, c'est le plus important du point de vue activités et superficie,
- Port de pêche : situé entre les deux précédents. Il est représenté par le môle Abdelkader et constitué de quatre quais linéaires chacun. Les trois premiers protégés de la houle, réservés aux chalutiers et aux grands senneurs ; et le quatrième mal protégé, du fait qu'il subit l'action des vents d'Ouest, accueille les petits métiers et les petits senneurs. Le bassin du port de pêche, appelé aussi 'vieux port' est caractérisé par une superficie de 60 ha et une profondeur moyenne de 6.1 à 7.4 m (D.P.R.H., 2007).

I-1-4- Infrastructures portuaires :

Elles sont représentés par :

I-1-4-1- Des structures de soutien :

Les structures de soutien dans la wilaya de Bejaia se résument à :

- Une station de gasoil d'une capacité de 10.000 Litres qui est opérationnelle vue la demande importante, son propriétaire envisage d'augmenter sa capacité de stockage.
- Une fabrique de glace de 10 tonnes /jour qui est tombée en panne depuis février 2006, néanmoins, une station de glace a été aménagée à Akbou distante de 70 Km de Bejaia, d'une capacité de 5 tonnes par jour dont la production mensuelle est de 7.200 tonnes. La troisième fabrique de glace est située à l'arrière port de Bejaia d'une capacité de 5 tonnes / jours dont la production trimestrielle est de 360 tonnes.
- 43 cases où les pêcheurs déposent leur matériel, dont certaines sont de dimension très réduites.

I-1-4-2- Structures de commercialisation :**a) Les dispositifs de vente :**

En l'absence d'une halle de vente, le poisson est écoulé sur le quai juste après le débarquement d'une manière traditionnelle (sans criée) par les mandataires qui la revendent aux détaillants.

Le seul dispositif de contrôle reste celui du service national des gardes côtes de la wilaya de Bejaia au débarquement qui s'opère d'une manière aléatoire. Une poissonnerie est en cours d'aménagement au niveau du port de pêche ainsi que plusieurs autres infrastructures (D.P.R.H., 2007).

b) Emplois générés par l'activité:

Les emplois générés par la commercialisation du poisson sont estimés à 200 emplois dont 50 mandataires et 150 revendeurs au détail (D.P.R.H., 2007).

I-1-5- Zones de pêche de la région de Bejaia :

La zone la plus exploitée par les pêcheurs bougiotes, se situe entre le Cap Carbon et la pointe Aouana (ex Cavallo) et dont les cales ont un caractère multi spécifique. Entre le Cap Carbon et le Cap Sigli, à l'Ouest du golfe, il existe un nombre réduit de cales connues par quelques rares patrons pêcheurs, qui ne les divulguent jamais. Les espèces qui font l'essentiel des prises au niveau de ces cales sont : la crevette rouge (*Aristeus antennatus*) et les squales lichés (*Dalatias licha*).

I-2- Présentation de l'espèce :

L'espèce étudiée dans ce présent travail est la crevette rouge *Aristeus antennatus* qui fut décrite pour la première fois par Risso (1816) (Rodriguez, 2003).

I-2-1- Position systématique :

Selon les travaux de Fischer et al. (1987) la crevette rouge appartiendrait à :

Embranchement :	Arthropodes
Classe :	Crustacés
Sous – classe :	Malacostracés
Super – ordre :	Eucaridés
Ordre :	Décapodes
Sous – ordre :	Pénéidés
Super – famille :	Panaeoidés
Famille :	Aristaeidés
Genre :	<i>Aristeus</i>
Espèce :	<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)

I-2-3- Noms vernaculaires :

Anglais	Blue and red shrimp
Espagnol	Gamba rosada
Français	Crevette rouge
Italien	Gambero viola
Portugais	Camarão vermelho

Dans la région de Bejaia, la crevette rouge est plus communément appelée : Bougroun ou crevette rouge.

I-2-4- Caractères de Peneidés :

Selon Laubier (1986), les crevettes Peneidés – principalement marines – forment un groupe très ancien de décapodes. Elles sont généralement considérées comme les décapodes les plus primitifs, comme le montre la structure du moulin gastrique, les branchies et les spermatozoïdes.

Chez cette catégorie, le bord antérieur de chaque segment est recouvert par le segment précédent et le sixième et dernier segment abdominal est dorsalement caréné. Présentant un rostre bien développé, il est garni d'épine dorsale et ventrale et les trois premières paires de pattes thoraciques ou périopodes contiennent des pinces.

Chez les Peneidés, les sexes sont séparés, et les œufs pondus librement dans l'eau sont nombreux (quelques centaines de milliers pour une femelle d'une 50 aine de grammes). Toujours selon le même auteur, leur aire de répartition serait entre 40° de latitude Nord et Sud correspondant à des eaux chaudes tropicales et subtropicales.

La distribution de chaque espèce obéit à des facteurs locaux tels que les caractéristiques sédimentaires du fond (Fontaine, 1979 in Kennouche, 2003).

C'est au cours de la phase nocturne que l'animal va accomplir ses principales activités vitales : prise de nourriture, mue, déplacement et migration, accouplement, ponte, etc.... (Laubier, 1986).

I-2-5- Caractères des Aristeidés :

Crevette d'eau profonde, les Aristeidés possèdent un rostre n'atteignant pas le bord distal de l'œil et muni d'au moins trois épines dorsales dont au plus deux, sont situées en arrière de l'orbite. Dent épigastrique absente. Pédoncule oculaire avec un tubercule distinct et sans écaille basale. Corps lisse parfois mou. Pleure du premier segment abdominal chevauchant celui du deuxième. Les trois premières paires de périopodes sont munis de pinces et la troisième paires est plus longue mais pas plus robuste que les autres, tandis que la quatrième et cinquième paire de périopodes sont bien développées (Fisher *et al.*, 1987).

Les deux espèces *Aristeus antennatus* (Fig. 5) et *Aristeomorpha foliacea* appartenant à cette famille sont demersales et font l'objet d'une pêche active du fait de leur grande taille et de leur valeur commerciale élevée (Fischer *et al.*, 1987).

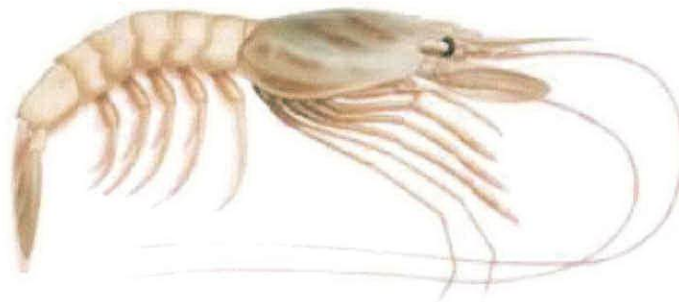


Figure N°5 : *Aristeus antenatus* (source : internet)

I-2-6- Caractères d'*Aristeus antennatus* :

I-2-6-1- Description :

Aristeus antennatus ou crevette rouge est une crevette de grande taille, elle atteint une taille maximale totale de 22 cm, et commune de 10 à 18 cm (Fischer *et al.*, 1987).

Le rostre, chez le jeune mâle et chez la femelle, est très allongé, avec seulement trois dents à la base et avec une pointe effilée, incurvée vers le haut (Fig. 6). Carène post rostrale peu marquée, se prolongeant jusqu'au milieu de la carapace. Carène branchiostégale très marquée. Sillon cervical n'atteignant pas la région dorsale de la carapace. Epine hépatique absente ; épine antennaire et branchiostégale présente. Segments abdominaux III et IV avec une carène dorsale seulement sur leurs moitiés postérieures ; segment V et VI avec une carène complète. Tous ces segments se terminant par une épine. (Falciai et Minervini, 1996).

La coloration est décrite par Fischer *et al.* (1987) comme étant rouge pâle à vif avec une tonalité bleuâtre sur la carapace, Falciai et Minervini (1996) décrivent la carapace de la crevette rouge ayant une couleur violacée, l'abdomen est rosé, avec des bandes plus marqués.

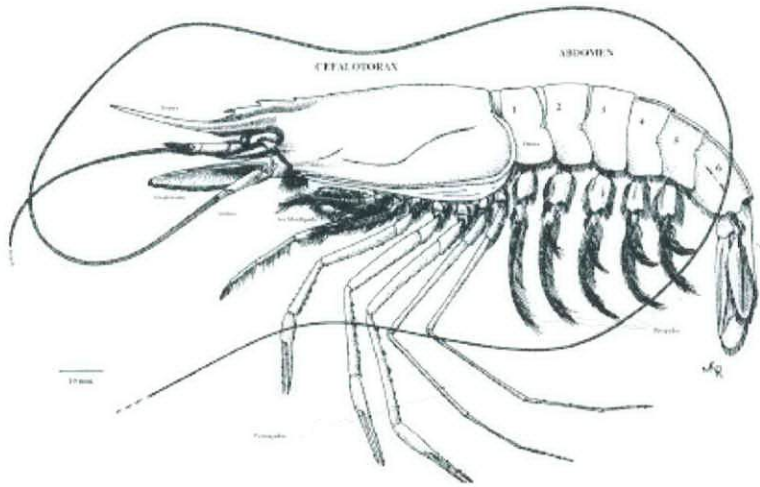


Figure N°6 : Morphologie générale latérale externe d'une femelle de crevette rouge, modifiée de Pérez-Farfante & Kensley (1997, *in* Rodriguez 2003).

I-2-6-2- Confusion possible :

Aristeus antennatus est souvent confondue avec *A. foliacea* (Risso, 1827), cette dernière ayant une partie distale grêle et pointue, porte sur son bord dorsal (en contraste avec *A. antennatus*) des petites dents régulièrement espacées, et caractérisée par une coloration rouge écarlate et uniforme. (Fischer *et al.*, 1987). Cette différence peut être accentuée par la grande taille d'*Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1827), capturée en faible quantité sur des sondes comprises entre 120 et 1300 mètres. La présence d'une forte épine hépatique chez la seconde espèce ainsi que la couleur suffisent à différencier les deux espèces (Campillo, 1992).

I-2-6-3- Dimorphisme sexuel :

Le dimorphisme sexuel se présente au niveau du rostre ; chez le mâle, il est court dépassant les yeux mais pas l'extrémité distale de l'écaïlle antennaire, la réduction de sa taille se produisant entre février et avril, durant la première année de vie, au moment de la première maturité sexuelle ; et son bord dorsal est armé de trois dents ; chez la femelle, le rostre est très long, dépassant l'écaïlle antennaire, et porte trois dents sur sa partie basale (comme chez le mâle), tandis que la partie distale est dépourvue de dents et se termine par une pointe aiguë ; le bord ventral du rostre reste dépourvu de dents chez les deux sexes. (Fisher *et al.*, 1987) (Fig. 7).



Figure N°7 : Exemples d'*Aristeus antennatus*, mâle et femelle, montrant le dimorphisme sexuel au niveau du rostre (Rodriguez, 2003)

I-2-6-4- Distribution et habitat :

L'espèce est présente dans toute la méditerranée ; à l'exception de l'Adriatique et la mer Egée ; et également l'Atlantique Est, des îles du cap vert au Portugal (**Fischer et al., 1987 ; Rodriguez, 2003 ; Rui Rosa et Lunes, 2004**) ainsi que le partie Sud Africaine (**Rodriguez, 2003**), très abondante en méditerranée de l'Ouest entre l'Espagne et l'Afrique de Nord. En Algérie, la plupart des crevettes sont localisées dans la partie centrale du pays (**Sardà et al., 2003**) (Fig. 8).

Démersale au dessus des fonds vaseux (**Heldt, 1954**) de 400 à 1500 m voire 1549 en Mer Catalane (**Bella Galil, 2004 ; Lagardere, 1971**), entre 80 et 1440 m (**Fischer et al., 1987**) étant plus commune entre 200 à 250 m ; pêchée entre 400 à 800 m (**Martin et Demestre, 1993**), et peut vivre à des fonds de 3665 m (**Filhol, 1985 in Rodriguez, 2003**), elle effectue d'importants déplacements passant de 150 m la nuit à plus de 800 m le jour notamment au niveau des vallées sous marines (**Fischer et al., 1987**). Elle accuse une nette préférence pour les eaux froides (**Lagardere, 1971**), préférant l'eau septentrionale supérieure et inférieure (12.8°C). (**Ghidalia et Bourgeois, 1961**). Selon **Orsi Relini et Relini (1998)**, cette distribution change avec l'âge. En effet dans la partie des fonds chalutables de la méditerranée (entre 450 et 700 m), la crevette rouge est plus petite à proximité de la zone épibathyale et plus grande dans la zone mésobathyale. Les mêmes auteurs soulignent que cette distribution serait régulée par la lumière et subit des variations diurnes et saisonnières.

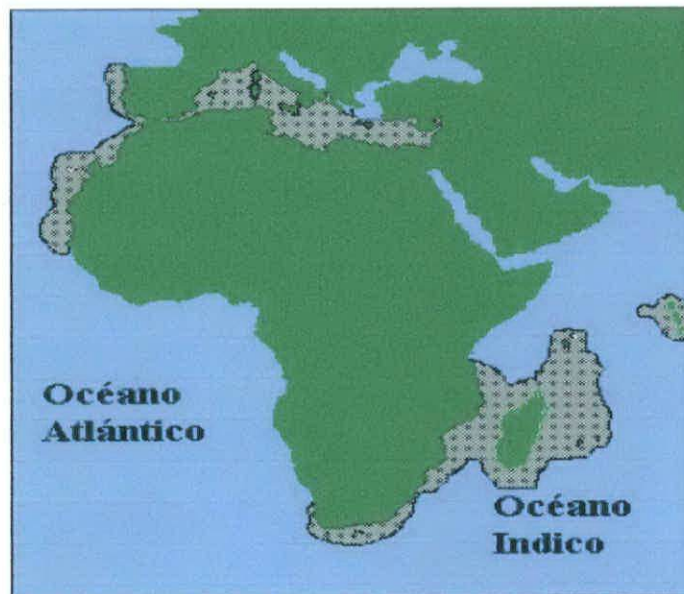


Figure N°8 : répartition géographique de la crevette rouge (**Rodriguez, 2003**)

I-2-6-5- Biologie :

a) Mœurs :

Le comportement de cette espèce est supposé benthique. Mais les fortes variations des rendements au chalut de fond en fonction des saisons, des heures, des phases lunaires, laissent supposer que cette crevette n'est pas en permanence sur le fond. L'observation directe par plongée a permis de constater qu'elle nage au-dessus du fond et qu'elle fuit « vers le haut » lorsqu'elle est importunée. Durant la nuit elle effectuerait des migrations verticales, soit en pleine eau, soit le long de la pente du talus (de 600 à 150 m) et, plus particulièrement dans ce

dernier cas, dans les parties accores des vallées sous marines qui entaillent le plateau continental. De nombreuses questions restent posées quant à la très faible représentation dans les captures des mâles d'une part, des femelles âgées d'un an et moins d'autre part (Campillo, 1992).

b) Reproduction et recrutement :

Arristeus antennatus a une seule mue annuelle qui se passe en mai, la maturation est atteinte en mai – juin et la reproduction en été. Quant au recrutement, celui – ci se passe en septembre (Oliver, 1983). Les femelles; caractérisées par la couleur bleuâtre de la région dorsale du céphalothorax ; sont donc matures de mai à mi-octobre, avec un maximum en juillet-août. On trouve dans les gonades, les ovocytes formant une ligne pouvant être observée par transparence tout le long de la carapace dorsale et repérable par sa couleur bleu – verdâtre (Azouz, 1972 ; Campillo, 1992).

Durant cette période, 100% d'entre elles portent des spermatophores. Le nombre de pontes annuelles augmente avec l'âge, pouvant atteindre trois chez les femelles les plus âgées (Campillo, 1992).

La taille de première maturité sexuelle oscille autour de 30 mm de longueur céphalothoracique chez les femelles et 25 mm chez les mâles (un an). Pour ces derniers, la maturité est observée durant toute l'année. Il est à noter la très faible représentation des mâles dans les captures, du moins dans les zones traditionnelles d'exploitation (Campillo, 1975 ; 1992).

Une fois pondus, les œufs sont libérés en pleine eau, et les larves gagnent le plancton de surface pour y effectuer leur développement (Heldt, 1954).

c) Alimentation :

Cette crevette se nourrit essentiellement de bivalves (50%), de macroures (*Calocaris macandrea*), d'amphipode, polychètes, ophiurides (Sorbe, 1972 ; Arzel et al., 1992) ainsi que des fragments calcifiés d'échinodermes et de poissons osseux (Cartes et Sardà, 1989). La composition des proies varie avec l'âge de la crevette. Le faible taux de réplétion diurne et les déplacements importants observés du crépuscule à minuit laissent supposer que sa période d'alimentation est essentiellement nocturne (Arzel et al., 1992).

I-2-6-5- Pêche :

Compte tenu de sa valeur économique, cette crevette apparait comme le crustacé de profondeur le plus important pêché en méditerranée occidentale et au sud du Portugal. La pêche reste cependant soumise à d'importantes fluctuations qui pourraient avoir pour origine :

- Les variations des caractéristiques physico – chimiques des masses d'eau intermédiaires et profondes.
- Les problèmes de pollutions.
- Les maladies.
- L'influence des couches d'eau superficielle et de leur disponibilité trophique sur les stades larvaires pélagiques.

La pêche est artisanale, réalisée au moyen de chalut (Campillo, 1992).

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II:

II) Méthode d'étude :

II-1- Récolte des données et travail sur le terrain :

II-1-1- récolte des données :

Des données concernant les statistiques de débarquements de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) qui serviraient ultérieurement à l'étude de l'exploitation, ainsi que les efforts actifs annuels (chalutiers actifs) ont été pris lors d'une enquête auprès de la direction des pêches et des ressources halieutiques (DPRH) de la Wilaya de Bejaia.

II-1-2- Classification et choix des chalutiers :

Dans le but de récolter les statistiques de pêche sur le terrain, et vue la difficulté et l'impossibilité d'établir seule un suivi journalier correcte des différents débarquements de tous les chalutiers actifs, une stratification de ces derniers a été effectuée, afin de choisir la catégorie qui serait la mieux adaptée à cette présente étude.

La stratégie suivie, dans le choix des chalutiers à recenser, comporte plusieurs classifications :

- classification des navires en fonction de leur puissance motrice et suivant un pas de 200 CV ;
- classification en fonction de l'engin de pêche utilisé par le navire ;
- classification en fonction de la longueur des navires en petits, moyen et grands navires en suivant un pas de 2 m ;
- classification en fonction de l'âge en suivant un pas de 14 ans ;
- classification au moyen d'un coefficient K (**Ben Aley, 1966**) calculé à partir de la jauge et de la puissance motrice des navires :

$$K = \text{Puissance (CV)} \times \text{Tonnage} / 100$$

Trois cas peuvent se présenter si :

- $K \geq 100$: Grand bateau
- $50 \leq K \leq 99$: Bateau moyen
- $K \leq 49$: petit bateau

II-1-3- Travail sur le terrain récolte des échantillons :

Le nombre de débarquements par chalutier, par jour ainsi que la situation climatique, sur une période allant du 27/02/2007 au 24/03/2007 ont été notées permettant ainsi d'effectuer les pourcentages de débarquements par poids de la crevette rouge, *Aristeus antennatus*, et des autres espèces accompagnatrices.

Pour ce qui est de l'échantillon, des échantillonnages quotidiens de crevettes rouge ont été effectués à quai, juste après le débarquement en début de matinée au cours de la même période sus cité par un membre de l'équipage d'un des chalutiers désignés après classification pour cette présente étude, de façon aléatoire. Cet échantillonnage devrait pouvoir couvrir toutes les gammes de tailles de la population étudiée (**Chauvet, 1986**).

II-1-4- Traitement des échantillons :

Dans le but d'étudier la croissance et déterminer les différents paramètres biologiques de la crevette rouge dans la baie de Bejaia, différentes mesures ont été prises :

II-1-4-1- Mensurations :

Diverses mesures ont été effectuées, notamment :

- longueurs totales (Lt en mm) : elle est mesurée de l'échancrure supra orbitaire à l'extrémité du telson, à l'aide d'un pied à coulisse, l'animal étant allongé en position naturelle ;
- longueur céphalothoracique (Lc en mm) : mesurée au pied à coulisse du creux orbitaire au rebord postéro-dorsal du céphalothorax. Cette longueur sera celle choisie au cours de ce présent travail, à cause de la précision avec laquelle elle peut être déterminée ; les autres mensurations étant sujettes aux variations (rostre cassé, abdomen plus ou moins étiré...) (**Chabane et Plante, 1969**).

II-1-4-2- Pesée :

Le poids total de l'animal à l'état frais (Wt en grammes) a été pris à l'aide d'une balance électronique d'une précision de 10^{-1} g.

II-2- Étude de la croissance :

II-2-1- Étude de l'âge :

La connaissance de l'âge est un élément essentiel si on désire aménager les stocks marins exploités. Grâce à la connaissance de l'âge, on détermine les paramètres de croissance d'une espèce, sa mortalité, sa démographie des captures ; néanmoins ; elle reste une étape très difficile pour le chercheur en halieutique et de nombreux auteurs ont proposé depuis le siècle passé de nombreuses méthodes et techniques afin de faciliter la lecture de l'âge.

Dans l'impossibilité de l'application des méthodes directes, dans ce présent travail, vue l'absence d'otolithes et d'écaillés chez la crevette rouge, *Aristeus antennatus*, des méthodes statistiques (indirectes) ont été appliquées notamment celle de Bhattacharya (1967). Cette dernière, par opposition aux méthodes directes, se propose de rechercher des modes successifs dans les distributions de fréquences tailles.

La longueur utilisée dans ce présent travail est la longueur céphalothoracique.

II-2-1-1- Méthode de Bhattacharya (1967) in Korichi (1988) pour la détermination de la clé âge - longueur :

Cette méthode se base sur une transformation logarithmique des données regroupées en classes de taille d'égale amplitude h et de centre de classe x (**Kartas, 1981 in Korichi, 1988**). On construit un graphique en portant en ordonnée pour chaque centre de classe x :

$$\text{Log } z = \log z (x + h) - \log z (x)$$

Avec : $z(x+h)$ = effectif de la classe de centre de classe $x+h$

$Z(x)$ = effectif de la classe de taille précédente, de centre de classe x .

Un certain nombre de conditions doit être vérifié afin de pouvoir appliquer cette méthode (Kartas, 1981 *in* Korichi, 1988) :

- l'histogramme ne doit pas comporter de classe vide. Il est possible d'éviter ces classes vides en procédant à un lissage, ou à une moyenne entre les deux classes intermédiaires ;
- l'intervalle h doit être petit par rapport à chacun des écarts - types ($h / \sigma \leq 2.2$).

a) Recherche des sous - populations :

Sur le graphique, on recherche des régions où plusieurs points consécutifs sont alignés, sur les droites de pentes négatives.

Le nombre de droites obtenues constitue le nombre de sous - populations. On suppose qu'à chaque sous - population corresponde une classe d'âge. La recherche de ces alignements fait intervenir l'analyse des histogrammes de tailles, la connaissance des espèces étudiées est un choix subjectif de la part de l'auteur.

b) Calcul de la moyenne et de la variance de chaque sous - population :

La moyenne de chaque sous - population se détermine en relevant graphiquement (λ) : le point d'intersection de la droite de pente négative avec l'axe des abscisses :

$$m = \lambda + h/2$$

Avec :

λ point d'intersection

h intervalle de classe

- o La variance de la sous - population se calcule selon la formule suivante :

$$S^2 = d / b * h * \cotg \Theta - h^2 / 12$$

Θ est l'angle aigu que forme la droite de pente négative avec l'axe des abscisses.

d : échelle sur l'axe des abscisses.

} Dans le cas où le repère n'est pas orthonormé.

b : échelle sur l'axe des ordonnées.

c) calcul de l'effectif de chaque sous - population :

La probabilité P pour qu'un individu de la sous - population appartienne à la classe du point médian x , se calcule selon la formule suivante :

$$P = \frac{\Pi x + 3/2 h - m}{S} - \frac{\Pi (x - h/2 - m)}{S}$$

Les valeurs sont lues dans les tables de $\Pi(t)$, table de répartition de la loi normale réduite.

L'effectif de la sous – population se calcule donc comme suit :

$$\text{Effectif} = \frac{Z(x) + Z(x+h)}{\frac{(\Pi(x + 3/2 h - m) - \Pi(x - h/2 - m))}{S}}$$

Vu que la formule donnée pour le calcul de l'effectif est compliquée, ce dernier s'est fait en sommant les effectifs de chaque sous- population.

II-2-2- Détermination des paramètres de croissances (L_{∞} , k et t_0) sans connaissance de l'âge :

II-2-2-1- Méthode de WETHERALL et al. (1986) in Hemida (1987) pour la détermination de L_{∞} et Z/k :

Il est possible de déterminer L_{∞} par la méthode de WETHERALL et al. (WETHERALL, 1986 in Hemida, 1987) qui est simple et basée sur l'analyse des fréquences de longueur. La dérivation mathématique de la méthode a été développée par les auteurs mentionnés, qui démontrent que la longueur moyenne (L) des spécimens capturés est une fonction linéaire de la taille de capture (L_c)

La méthode repose sur les hypothèses de base suivantes :

- population en équilibre ;
- croissance en longueur du type VON BERTALANFFY ;
- mortalité exponentielle négative ;
- capture de type chalut.

Les fréquences relatives de longueur par classe de taille sont regroupées pour la durée de l'échantillonnage. Les valeurs obtenues sont multipliées par L_i (centre de classe). On cumule les résultats en commençant par les plus grandes tailles, ce qui permet le calcul des longueurs moyennes ($L_{i \text{ moy}}$) pour chaque classe de longueur par la relation :

$$\bar{L}_i = \frac{(\%N_i \cdot L_i) \text{ cumulé}}{\% N_i \text{ cumulé}}$$

Avec :

$\%N_i$ = le pourcentage de l'effectif

Les valeurs de \bar{L}_i sont ensuite reportées en fonction des valeurs de L_i correspondantes. On définit le segment rectiligne de la courbe résultante. La régression linéaire des points choisis de la forme :

$$\bar{L}_i = a + bL_i$$

Comme il est difficile de joindre tous les points de la régression, seuls les points du segment rectiligne inférieur à 50% seront pris en considération afin de tracer la droite.

Cette droite $L_i = f(L_i)$ permet de déterminer L_∞ par l'insertion de la droite de régression avec la première bissectrice, où :

$$L_{\infty} = a / (1-b) \quad \text{et} \quad Z/K = b / (1-b)$$

Avec : Z : Mortalité totale /an
 a : Ordonnée à l'origine
 b : Pente
 L_∞ : longueur asymptotique théorique
 K : coefficient de catabolisme

Ricker (1980) *in* Pauly (1997) définit la taille asymptotique comme la taille moyenne qu'atteindrait un crustacé qui pourrait vivre et grandir indéfiniment. Cependant, une bonne coïncidence a souvent été observée entre L_∞ et L_{\max} surtout pour les petites espèces. Cette observation bien connue a conduit Taylor (1962) *in* Pauly (1997) à formuler la règle empirique selon laquelle :

$$L_{\infty} = L_{\max} / 0.95$$

L_{\max} représente la longueur des plus grands individus mesurés dans un stock bien échantillonné.

II-2-2-2- Méthode de Pauly et Munro (1984) *in* Pauly (1984) pour l'estimation du coefficient de catabolisme K :

Cette méthode repose sur la relation :

$$\Phi' = \log_{10} k + 2 \log_{10} L_{\infty}$$

Φ' étant la vitesse moyenne de croissance.

Munro (1984) *in* Pauly (1984) a démontré l'uniformité de Φ' à l'intérieur du groupe taxonomique. A partir des données bibliographiques disponibles (couples de valeurs K et L_∞), une valeur moyenne de Φ' est calculée.

K peut être déterminé en suite par la relation :

$$\log_{10} k = \Phi' - 2 \log_{10} L_{\infty}$$

II-2-2-3- Méthode de Pauly (1984) pour l'estimation de t_0 :

Ricker (1980 *in* Pauly et Moreau, 1997) définit t_0 comme l'âge hypothétique qu'aurait eu un poisson de longueur nulle s'il avait grossi toute sa vie en conformité avec l'équation de Von Bertalanffy. ' t_0 ' n'a aucune interprétation biologique.

Connaissant les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy L_∞ et K, la valeur de t_0 peut être déduite par l'équation de Pauly :

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

Le principe consiste à établir une équation qui permette le calcul d'un paramètre à partir de la mesure d'un autre, la longueur céphalothoracique (utilisée au cours de cette présente études) et le poids total. Pour cela la méthode statistique utilisée dans ce présent travail est l'ajustement par la droite des moindres carrés ou régression, cette méthode a une finalité prédictive, c'est-à-dire qu'elle permet d'obtenir la valeur d'un paramètre connaissant la valeur d'un autre (**Chali-Chabane, 1988**).

Lorsque le modèle n'est pas linéaire ($W = aL_c^b$), la relation sera linéarisée par transformation logarithmique.

$$\text{Ln } W = b \text{ Ln } (L_c) + \text{Ln } (a)$$

Avec : W: poids total à l'état frais en grammes

Lc : longueur céphalothoracique exprimée en mm

a: Ordonnée à l'origine, et b : pente de régression

$b \ll 3$: allométrie minorante, $b=3$: Isométrie, $b \gg 3$: allométrie majorante (**Hemida, 2005**)

Un test statistique est alors effectué, avec une valeur t relevée de la table de Student afin de confirmer ou infirmer le résultat.

La valeur de W_{∞} est obtenue à partir de l'équation :

$$W = aL_{c\infty}^b$$

Où a et b sont ceux de la relation taille- poids

II-3- Étude de la mortalité :

L'étude des mortalités est une étape primordiale dans l'étude de la dynamique d'un stock.

II-3-1- Estimation du coefficient instantané de mortalité totale Z /an :

La mortalité totale correspond au nombre total d'individus disparu par mort durant un intervalle de temps donné, pouvant être le jour, le mois ou l'année (**Gulland, 1969 in Hemida, 1987**).

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de la mortalité totale Z à partir des distributions de fréquences de tailles. On peut donc obtenir une évaluation raisonnable de Z, en traçant la droite dite « des effectifs cumulés » (**Jones, 1981 in Pauly, 1997**). Cette méthode étant basée sur des fréquences de tailles, est facilement accessible tant aux poissons qu'aux invertébrés dont on ne peut déterminer l'âge individuel (**Pauly, 1997**).

Z est donc tel que :

$$N_t = N_0 \exp (-Zt)$$

Où N_0 est le nombre initial de sujets d'une cohorte ; et N_t est le nombre de survivants à l'âge t.

Le coefficient de mortalité totale Z est égal à la somme des coefficients des différentes causes de mortalité : la mortalité par pêche (F) et la mortalité naturelle (M) ayant pour cause la maladie, la prédation autre que celle de l'homme ou la sénilité (**Hemida, 1987**) : $Z = F + M$

II-3-1-1- Méthode de Jones (1983) pour l'estimation de Z :

L'équation de la méthode de Jones est :

$$\text{Ln } C(L, L_{\infty}) = a + [(Z / K) * \text{Ln} (L_{\infty} - L)]$$

Une fois les captures cumulées, le logarithme népérien est déduit, et $\text{Ln} (L_{\infty} - L)$ est ainsi calculé. Une droite est alors obtenue ($\text{Ln } C \text{ cumulé} = f(\text{Ln} (L_{\infty} - L))$) dont seul le segment rectiligne sera pris en compte.

La pente (b) calculée par la méthode des moindres carrés, représente alors la valeur Z/K . une fois K déterminé. La déduction de Z est simple.

II-3-1-2- Méthode de Pauly (1983, *in* Pauly, 1997) pour l'estimation de Z :

Pour obtenir Z de cette façon, il faut :

- regrouper les différents échantillons en une distribution de fréquences unique représentative de la population pendant la période considérée ;
- construire la courbe de captures à partir de l'équation de la courbe de croissance donnée comme suit :

$$\text{Ln} (C / \Delta t) = a - Z [t(L_1) + t(L_2)] / 2$$

Où : $t(L) = t_0 - 1/K [\text{Ln} (1 - L/L_{\infty})]$

Et : $\Delta t = t(L_1) - t(L_2)$

- Z est alors estimé à partir de la pente (b) en considérant la partie descendante située sur la droite de la courbe de capture ayant le meilleur coefficient de corrélation.

(b) est obtenue avec la méthode des moindres carrés.

II-3-2- Estimation du coefficient instantané de mortalité naturelle M /an :

Chez une population exploitée, le coefficient instantané de mortalité naturelle M est l'un des paramètres les plus difficiles à évaluer, il exprime la mortalité due a toute cause autre que la pêche (Pauly, 1997). Le même auteur souligne que l'évaluation de ce paramètre est nécessaire pour la mise en œuvre des modèles habituels de gestion des stocks, et donc c'est une étape nécessaire à l'étude de l'exploitation.

II-3-2-1 Méthode de Taylor (1959, *in* Rodriguez, 2003)

Taylor proposa la formule suivante pour le calcul de la mortalité naturelle M :

$$M = 2.996K / (2.996 + Kt_0)$$

II-3-2-2- Méthode de Cubillos (*in* Cubillos, 2003)

La formule simplifiée de Cubillos s'écrit selon que :

$$M = 1.839 K$$

II-3-3- Estimation du coefficient instantané de mortalité par pêche F /an :

La mortalité par pêche est déduite de la relation :

$$Z = F + M$$

Connaissant Z et M, F peut être déduit.

II-4- Etude de la maturité sexuelle :

L'étude de la maturité sexuelle a pour but de définir la taille de première reproduction chez la crevette rouge *Aristeus antennatus* et de cerner ainsi les proportions de maturité (pourcentage d'individus mature pour chaque classe de taille).

Par manque de données à la suite de l'échantillonnage biologique, cette analyse se basera uniquement sur les données de la littérature.

Les résultats obtenus serviront à l'application du Modèle d'analyse des populations virtuelles moyennant le programme VIT (Leonart et Salat, 1997).

II-5- Etude de l'exploitation :

La crevette rouge est une espèce très prisée, son exploitation constitue un facteur économique de développement important dans la région de Bejaia localement car elle est très appréciée du consommateur, et au niveau international, constituant la principale source d'exportation des produits de la pêche dans la région en question, elle a atteint en 2006 une valeur de 113055 euro vers l'Espagne (D.P.R.H., 2007). Ces valeurs incitent à analyser l'état d'exploitation de ce stock.

L'intérêt des études de stock en dynamique des populations consiste à mettre en relation la production de l'activité de pêche avec l'impact de celle-ci sur l'évolution de l'effectif du stock.

Après un aperçu sur l'état de la pêche à la crevette rouge dans le golfe de Bejaia (pendant la période d'étude ainsi que sur une série historique selon les données disponibles), des modèles de gestion seront appliqués dans cette étude à l'espèce sus citée (le modèle global de Schaeffer (1954) et le modèle prédictif de Thompson et Bell (1934) et celui de Jones, 1983) et une analyse des populations virtuelles (VPA) en utilisant le logiciel VIT 4, dont les résultats seront utilisés ultérieurement dans l'étude bioéconomique.

II-5-1- Etude de quelques aspects de l'état de la pêcherie crevettière dans la région de Bejaia :

L'étude des aspects de la pêcherie crevettière dans la région de Bejaia, consiste à analyser les variations des débarquements de l'espèce concernée (*Aristeus antennatus*) afin de connaître les facteurs pouvant influencer les captures de cette espèce (en Kg) dans la région sus - citée.

Cette analyse se réfère à plusieurs paramètres :

- le nombre de navires armés de chalut de fond pendant la période d'étude (ciblant la crevette) ;
- le nombre de chalutiers actifs portant sur la période allant de l'année 1997 à 2006 ;
- la pluviométrie annuelle donnée en mm au cours de la période 1997 – 2005 ;
- la pluviométrie de deux années précédentes en mm (1997 – 2003) ;
- la vitesse du vent moyenne en m/seconde de la période allant de 1998 à 2005 ;

- la température annuelle moyenne en degrés Celsius des années 1997 à 2005.

Les corrélations effectuées correspondent aux années dont les données sont disponibles aux niveaux des différents organismes concernés.

Le coefficient K (**Ben Aley, 1966**) calculé à partir des tonnages et puissances des différents chalutiers sortant à la crevette n'est pas pris en compte pour la corrélation avec les débarquements de l'espèce en question, étant donné le faible nombre de chalutiers pêchant la crevette pendant la période d'étude.

II-5-2- Estimation du niveau d'exploitation :

II-5-2-1- Modèle de rendement global de Schaeffer (1954) :

Depuis près d'un siècle, le scientifique construit des modèles mathématiques pour représenter l'évolution des stocks exploités. Leur intérêt majeur est qu'ils ne se limitent pas à reconstituer ce qui s'est déjà passé mais qu'ils ont une valeur prédictive (**Troadec, 1989 in Khaldi, 1999**). Grâce à eux, il nous est possible aujourd'hui d'évaluer à l'avance les résultats de telle ou telle stratégie d'exploitation.

De cette manière le modèle global Schaefer, 1954 définit l'état du stock exploité à partir des statistiques de capture et de l'effort de pêche, toutefois, **Laurec et Leguen (1981)** estiment qu'un modèle constitue par essence une approximation, il est sans intérêt de le déclarer faux dans l'absolu.

Troadec (1989, in Khaldi, 1999) note que les modèles globaux font abstraction de la structure d'âge des populations exploitées, et que l'avantage de cette abstraction est un gain important de simplicité. En effet, **Laurec et Leguen (1981)** présentent ces modèles comme une boîte noire avec un signal d'entrée (pression de pêche) et un signal de sortie (taille du stock), dans lesquelles on cherche à élucider le « comment » de l'évolution des stocks. Ces modèles mathématiques sont des modèles simples qui expriment les captures par unité d'effort de pêche et qui permettent de déterminer les captures maximales équilibrées (P.M.E. ou M.S.Y. en fonction de l'effort de pêche pour une année donnée, avec les prises par unité d'effort (**Daget, 1972**)).

Afin de connaître l'état du stock de la crevette rouge dans la baie de Bejaia entre 2000 et 2006, le modèle de Schaeffer a été utilisé.

L'équation de SCHAEFER est donnée par :

$$Y_i/f_i = a + b f_i$$

Avec : a = ordonnée à l'origine

b= pente de la droite d'équilibre (négative)

et $f_i > -a/b$

f_i = effort de pêche de différentes années.

Y_i/f_i = CPUE = Prise par unité d'effort pour chaque année i

Laurec et Leguen (1981) considèrent un effort annuel constant, l'année constituant l'unité de temps, compte tenu des variations saisonnières très générales, il est difficile de descendre au dessous de l'année.

$$Y_i/f_i \text{ (kg/navire)} = \frac{\text{Capture en poids de l'année } i}{\text{Effort employé durant l'année } i}$$

La courbe de Schaeffer (1954) est représentée par :

$$Y_i = a f_i + b f_i^2$$

Le graphe de cette équation est une parabole qui présente une valeur maximale le MSY (Maximum Sustainable Yield ou Prise Maximale Equilibrée PME) cette dernière correspond à une valeur de l'effort de pêche $f(\text{MSY})$.

Le calcul du Maximum Sustainable Yield « MSY » et de l'effort correspondant $f(\text{MSY})$ se fait selon les équations suivantes :

$$\text{MSY} = -0.25 a^2/b$$

$$f(\text{MSY}) = \text{Effort de pêche optimum} = -0.5 a/b$$

II-5-2-2- Modèle Prédictif de Jones (1983):

L'analyse des cohortes (Gulland, 1965 ; Murphy, 1965) est une méthode d'estimation des taux instantanés de mortalité par pêche (F) ayant affecté le stock au cours du temps et des effectifs (N) passés du stock, à partir de données de captures aux âges. Elle pose comme unique hypothèse que les taux instantanés de mortalité totale (naturelle et par pêche) d'une cohorte donnée peuvent être représentés par une valeur constante au cours d'un intervalle de temps donné (INRA, 2006).

Parmi les modèles structuraux, le modèle de Jones (1983) est un modèle d'analyse de cohorte basé sur la longueur. On appelle cohorte, l'ensemble des individus nés en même temps ou dans une courte période de temps, sur un même territoire et sur lequel il est possible de suivre la mortalité globale, ainsi que la croissance et le vieillissement des survivants. La population virtuelle est la somme des individus d'une cohorte donnée qui, présente en mer à n'importe quel instant, est appelée à être capturée par pêche pendant l'année en cours et les suivantes. Selon Sparre et Venema (1996), cette méthode est quelque peu trompeuse car la cohorte réelle est remplacée par des pseudo-cohortes reposant sur un système à paramètres constants.

Cette méthode est appliquée comme suit :

- Estimation des mortalités naturelles $H(L1, L2)$:

$$H = \exp(M\Delta t/2) \quad \text{avec} \quad \Delta t = t(L1) - t(L2)$$

Et :

$$t(L1) = 1/k \ln(1 - L1/L_{\infty})$$

Avec :

L1 : Borne inférieure de l'intervalle de classe de taille.

M : Mortalité naturelle

t: l'âge

- Estimation des mortalités par pêche F :

$$F = M [(F/Z) / (1-F/Z)] \quad \text{et} \quad F/Z = C/(NL1 - NL2)$$

Avec :

$$N(L1) = [N(L1)*H(L1,L2) + C(L1,L2)] + H(L1,L2)$$

- Estimation des mortalités totales Z: $Z = M + F$
- Estimation du nombre moyen de survivants $N\Delta t_{moy}$:

$$N\Delta t_{moy} = [N(L1) - N(L2)] / Z$$

- Estimation de la biomasse moyenne $B\Delta t_{moy}$:

$$B\Delta t_{moy} = N\Delta t_{moy} * W_{moy} \quad \text{et} \quad W_{moy} = q [(L1 + L2)/2]^b$$

Avec q et b: paramètres de la relation d'allométrie

- Estimation de la production moyenne $Y\Delta t_{moy}$:

$$Y\Delta t_{moy} = C * W_{moy}$$

Avec C : Captures par classe de taille

Les calculs sont réalisés à partir de la dernière classe et poursuivis jusqu'à la plus petite. On suppose que dans la dernière classe de longueur, le taux d'exploitation (F/Z terminal) est celui calculé à partir des mortalités totale Z et par pêche F, $E=0.68$. le nombre final de survivant sera alors :

$$N(L1)_{Final} = C(L1-\infty) / (F/Z)_{Final}$$

On calcule alors le N(L1) de la classe précédente etc...

II-5-2-3- Modèle Prédicatif de Thompson et Bell (1934) (VPA inversée) :

Le modèle de Thompson et Bell fondé sur la longueur emprunte ses données d'entrée à une analyse de cohorte. Ces données sont les mortalités par pêche par classe de longueur, le facteur de mortalité naturelle H, les données supplémentaires sont les paramètres d'une relation taille poids et les prix moyen au Kg par classe.

Les résultats sont l'effectif à la limite inférieure de la classe de longueur N(L1), la capture en effectif, la production pondérale, la biomasse. (Hemida, 2005)

Le groupe d'équations suivantes résume sous une forme générale les formules correspondant au modèle de Thompson et Bell fondé sur la longueur, y compris X (Facteur de F); l'indice i renvoie à l'intervalle de longueur (Li, Li+1); l'indice Li renvoie à la limite inférieure de cet intervalle de longueur, Li+1 renvoyant à la limite supérieure (Sparre et Venama, 1996):

Intervalle de longueur: $i = (Li, Li+1) \quad Z_i = M + x * F_i$

Nombre de survivants par classe de longueur:

$$N(Li+1) = N(Li) * [1/H_i - (X * F_i/Z_i)] / [(H_i - (X * F_i)/Z_i)]$$

Avec: $H_i = [(L_{\infty} - Li) / (L_{\infty} - Li+1)]^{M/2K}$

Effectifs capturés au cours de chaque période: $C_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] * X * (F_i / Z_i)$

Poids moyen de la classe i : $W_{i \text{ moy}} = q * [(L_i + L_{i+1})/2]^b$

Production: $Y_i = C_i * W_i$

Nombre moyen des survivants de la classe i : $N_{i \text{ moy}} * \Delta t_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] / Z$

Biomasse moyenne de la classe correspondante: $B_{i \text{ moy}} = N_{i \text{ moy}} * \Delta t_i * W_{i \text{ moy}}$

La production annuelle est la somme de la production de l'ensemble des classes de longueur.

Les calculs sont réalisés à partir de la plus petite classe et poursuivis jusqu'à la dernière classe. Le résultat final concerne une valeur de X (facteur de F). On répétera les calculs pour différentes valeurs de X afin d'obtenir les valeurs correspondantes de la production totale (Y_T), la biomasse totale (B_T). Ces calculs ont été programmés sur le logiciel Excel.

II-5-2-4- Modèle d'Analyse des Populations Virtuelles (VPA) :

L'analyse des populations virtuelles ou APV est une méthode faisant appel aux populations capturées; elle consiste à analyser ce que l'on peut observer, la capture, de manière à estimer la population qui devrait se trouver en mer pour produire cette capture (**Hemida, 2005**). L'échantillonnage de taille effectué à partir des 204 individus de crevette rouge pour procéder à une évaluation de la population de cette espèce de la baie de Bejaia. L'évaluation a été obtenue par une analyse de pseudo-cohorte VPA au moyen du programme VIT (**Leonart et Salat, 1997**). Ceci permet de connaître les vecteurs de la mortalité par pêche et le nombre initial par classe d'âge (F et N) en prenant en compte les captures totales de la crevette de l'année 2006.

II-6- Étude socio économique :

II-6-1- Déroulement de l'enquête :

Selon **Catanzano et Mesnil (1995)**, la pêche est une forme d'interaction entre deux systèmes naturels et des systèmes sociaux dont elle hérite la complexité et le caractère dynamique.

L'intérêt de l'étude socio économique dans ce présent travail est d'analyser les aspects, social et technique dans le but de connaître son impact sur l'économie de pêche locale et permettra par la suite d'effectuer une étude bioéconomique. En effet **Clay et al. (1995)** soulignent qu'un bon aménagement d'une pêcherie doit non seulement se baser sur les effets biologiques et économiques mais aussi sur le point de vue politique et social.

L'enquête sur le terrain s'est effectuée sur le port de Bejaia suivant un schéma bien précis se basant sur un questionnaire (Voir annexe 1) qui prend en considération les aspects socio et technico économiques de l'activité de pêche exercée sur ce port. La population concernée par cette étude est l'ensemble des propriétaires de bateaux chalutiers.

Les questions ont été posées par le biais d'interviews directes à six armateurs échantillonnés sur un total de 14 et ce, pendant la même période d'analyse des débarquements (statistiques de pêche), prélèvement et traitement de l'échantillon biologique. Pendant cette enquête beaucoup de contraintes ont été rencontrées notamment :

- le facteur temps insuffisant car une personne seule est dans l'impossibilité d'effectuer l'enquête économique sans difficulté quand cette dernière est combinée à plusieurs autres tâches ;
- l'indisponibilité de certains des armateurs principaux concernés par l'enquête sur place ;
- certaines questions sont restées sans réponses considérées par les propriétaires comme étant embarrassantes ou indiscrètes surtout concernant la situation familiale ou les revenus ;
- les propriétaires ou patrons de pêche ne gèrent pas cette activité comme étant une filière commerciale bien encadrée, pour la plupart aucune comptabilité n'est tenue.

L'échantillonnage s'est fait en se référant à plusieurs points :

- représenter toutes les catégories (classées selon le coefficient K de **Ben Aley, 1966**) de chalutiers dont les armateurs étaient disponibles ;
- prendre en considération les chalutiers pêchant la crevette durant la période d'étude ;
- se baser sur les chalutiers actifs durant l'année de référence (2006).

II-6-2- Analyse socio-économique de l'activité de pêche de la région de Bejaia :

Cette analyse concerne essentiellement deux grands axes :

- la caractérisation et l'étude des aspects sociométriques des armateurs de chalutiers. A cet effet les principaux indicateurs utilisés sont en relation avec l'âge, la scolarisation, le niveau d'instruction, la formation, l'expérience etc... ;

- l'analyse des aspects économiques, notamment ceux de la rentabilité des unités de pêche. A cet effet, les indicateurs économiques utilisés sont :

- les charges totales de production (les charges fixes annuelles et communes variables) :
 - les charges fixes sont composées des frais d'amortissement des moyens de production, droits de pêche, charges d'entretien etc.... ;
 - les charges variables : telles que les frais de carburant et du lubrifiant ;
 - les charges salariales.
- le produit brut : la valeur des captures vendues ;
- estimation des revenus : les richesses produites par l'exploitation des moyens de production au profit de sont propriétaire : Ils sont obtenus par la déduction des charges totales du produit brut.

Cependant la carence en matière d'informations détaillées sur l'aspect économique de l'activité de pêche, nous amène à opter pour une étude aussi exhaustive que possible par l'approche économique qui divise le bilan annuel de l'activité de pêche chalutière au port de Bejaia en trois grands axes à savoir :

- l'évaluation des coûts de productions annuelles moyens (Fixes et variables) ;
- la récolte des données concernant les recettes annuelles et les produits de ventes ;
- l'estimation des bénéfices annuels moyens.

Par manque de données, la présente partie ne se basera que sur les chalutiers appartenant à la 3^{ème} catégorie (grandes puissance et jauge).

L'estimation des prix de l'espèce cible (*A. antennatus*) pour les années allant de 2001 à 2006 s'est effectué à l'aide des statistiques de l'antenne D.P.R.H. de la wilaya de Bejaia.

Après analyse des questionnaires, une base de données a été constituée. Cette dernière et une fois dépouillée, a permis de réaliser une analyse socio-économique sur l'activité chalutière du port de Bejaia et par ailleurs certains résultats ont servi à la modélisation bioéconomique.

II-6-3- Estimation de l'effort de pêche correspondant à l'optimum économique :

Selon **Gilly (1989)**, l'état biologique et économique d'une pêcherie dépend de l'état d'équilibre qui s'établit entre les facteurs de production (ressources, capital, main d'œuvre) et de l'environnement (marchés, institutions, mécanismes de régulation). Ce qui incite à analyser l'optimum économique MEY afin de statuer sur l'état économique de la pêcherie crevettière de la région de Bejaia. Surtout que cette pêcherie est très lucrative nécessitant des coûts et des risques importants dus à la localisation de l'espèce (**Tudela et al., 2003 in Maynou et al., 2006**)

D'après **Esmacili et Omar (2003)**, pour incorporer les concepts économiques au modèle global utilisé, un prix constant a été introduit ainsi qu'une fonction de coûts linéaire. Le profit de surplus de production (profit [π]) est défini par l'équation :

$$\Pi = Py_t - Cf_v$$

Selon que P est le prix moyen par unité de capture, C est le coût marginal de l'effort f_v , et y_t est la capture estimée.

Cette équation sera utilisée afin de déterminer le niveau de l'effort qui maximise le profit (f(MEY)).

II-7- Étude bioéconomique de la pêcherie chalutière crevettière de la région de Bejaia :

Selon **Catanzano et Mesnil (1995)**, du fait de la multiplicité des éléments et processus en jeu, la contribution de différentes disciplines scientifiques est indispensable, et les interactions au sein et à l'interface des systèmes concernés l'est plus encore pour aborder les problèmes de gestion qui typiquement affectent de nombreux éléments de ces systèmes.

Afin d'accorder entre ces derniers, et de transposer l'objectif économique qui est de préserver la durabilité de l'activité de pêche de la région de Bejaia et sa rentabilité, à l'objectif biologique qui consiste à préserver la ressource (crevette rouge) un modèle bioéconomique a été appliqué.

II-7-1- Modèle Bioéconomique MEFISTO (Leonart et al., 2003) :

Ce modèle, selon **Maynou et al. (2006)** se base sur un sous modèle de population structurée en âge et un sous modèle économique d'une flottille spécifique appliquée à la crevette rouge. Les deux sous modèles sont liés par l'intermédiaire de la mortalité par pêche.

II-7-1-1- Caractéristiques du modèle :

L'objectif du modèle est de reproduire les conditions et les caractéristiques des pêcheries méditerranéennes, y compris les aspects qui le différencient des autres modèles élaborés pour la gestion des pêcheries de l'Atlantique (**Leonart et al., 2003**). Selon les mêmes auteurs, Les particularités les plus importantes sont :

- le modèle devrait nécessairement être bioéconomique pour adapter la nature dynamique des ressources vivantes aux relations économiques qui régissent la pêche méditerranéenne ;
- la gestion est principalement basée sur le contrôle de l'effort, ainsi que d'autres mesures techniques et économiques existantes ;
- le système de gestion est non-adaptatif. Aucune évaluation régulière n'est faite et par conséquent aucune politique de gestion adaptative n'est mise en application. Les TACs n'existent pas et les outils administratifs économiques donnent autant d'importance aux outils techniques ;
- l'augmentation de la capturabilité (et donc, efficacité) est un mécanisme pour faire augmenter la mortalité par pêche par les pêcheurs: ils ne peuvent pas augmenter l'effort de pêche nominal, car il est défini par la réglementation dans la zone méditerranéenne. Par conséquent ils essayeront toujours de maximiser la mortalité par pêche. Le seul mécanisme que les pêcheurs peuvent employer pour augmenter l'effort de pêche réel est d'augmenter la capturabilité par l'intermédiaire d'investissement en technologie. Un point essentiel du modèle est l'exploration de la dépendance de la capturabilité en fonction du capital et du temps alloué. Selon cette hypothèse, un modèle bioéconomique, plutôt que biologique, est le plus approprié pour simuler la pêche méditerranéenne, puisqu'elle est dans une certaine mesure «self-managed» donc autorégulée par les pêcheurs par le biais de différents mécanismes économiques ;
- le modèle est multi-espèces, multi-engins et multi-flottille. Il a été établi dans une manière modulaire sur la base d'un système de "cases". Un total de trois cases est défini : **La case stock**. Ceci simule la dynamique d'un stock particulier. L'entrée est l'effort de pêche et la capturabilité (output dans la case **pêcheur**) dont le produit constitue la mortalité par pêche appliquée sur le stock. Les sorties sont les captures qui entrent dans la case **marchée**. La case **stock** peut avoir diverses cases simultanées (multi-spécifique). Il y a deux sortes d'espèces : les espèces principales, dont la dynamique est complètement décrite par le modèle, et les espèces secondaires, dont on ne connaît pas la dynamique, mais leurs captures sont calculées par rapport à celles des espèces principales. **La case marché**, convertit les captures des espèces principales et des espèces secondaires en argent avec des fonctions de prix spécifiques. On prend en considération le prix de base, la taille des différents poissons et crustacés capturés par l'intermédiaire de chalut de fond, et l'importance de la taille de l'offre de la crevette sur le marché. **La case pêcheur**. Cette case consiste à simuler le comportement économique du pêcheur. Ses entrées sont l'argent venant de la case du marché ; sa sortie est l'effort de pêche (limité par la législation) et la capturabilité, que le pêcheur peut à, un certain degré contrôler en fonction du capital du navire. Les paramètres de la case pêcheur sont estimés à différents niveaux : pays, flotte, et navire. Le niveau pays contient les paramètres économiques les plus généraux qui englobent diverses flottilles (tel que le coût du carburant). Le niveau 'flottilles' contient les paramètres techniques et économiques caractéristiques de chacune d'entre elles (les vecteurs initiaux de capturabilité et la mortalité par pêche, le capital initial, etc...). En fin, le dernier niveau, navire, contient la particularité des caractéristiques de chaque bateau. Les simulations dans le temps sont conduites en portant sur une unité complète de cycle chaque fois.

II-7-1-2- Echelle de temps :

Le modèle fonctionne étape par étape. Le processus complet se déroule sur une unité de temps définie: dans le présent travail, l'unité de temps est l'année, ceci signifie que le pêcheur doit pêcher, vendre son produit au marché, et prendre ces décisions une fois dans cette année.

II-7-1-3- Simulations :

L'objectif du modèle est d'effectuer des projections à partir de la situation actuelle dans le futur en vue d'analyser le comportement de la pêcherie dans différentes conditions. Dans la présente étude, les simulations sont effectuées sur une période de 15 années à partir de l'année de référence 2006 (Leonart et al., 2003).

II-7-1-4- Événement :

Au cours des années de projection, il est possible d'introduire des événements (généralement selon les mesures administratives de gestion). Notre présente étude nous amène à introduire un certain nombre d'événements pendant l'unité de temps qui est l'année (Leonart et al., 2003).

II-7-1-4- Conditions initiales :

Le programme mis en place exige l'établissement d'une situation initiale du stock. Ceci implique de savoir les vecteurs de la mortalité et le nombre initial par classe d'âge (F et N). Dans la présente étude, on dispose seulement de la matrice C (par engin et par âge), F et N sont alors déterminés au moyen d'une VPA par l'analyse des pseudo-cohortes (Leonart et al., 2003).

II-7-1-5- Données nécessaires à l'application du modèle MEFISTO (Leonart et al., 2003) :

Les données nécessaires à l'application de ce modèle sont comme suit :

a) Données biologiques :

- un échantillon biologique de crevette rouge dont la taille L_c (cm) et le poids total (g) ont été déterminés ;
- les paramètres de croissance de l'équation de Von Bertalanffy (k , L_∞ , t_0) qui s'écrit comme suit :

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

Ces paramètres ont été précédemment définis lors de l'étude de la croissance.

- les paramètres de la relation taille – poids présentés précédemment ;
- le pourcentage d'individus matures de la population dont le calcul s'est fait sur la base de données bibliographiques ;
- les taux de mortalités naturelles M , par pêche F et totale Z ;
- les données de cohorte calculées par le modèle VPA moyennant le logiciel VIT 4 (Leonart et Salat, 1997) ;
- les données de recrutement : ce dernier est défini par Laurec et Le Guen (1981) comme étant le stade de vie dont l'âge ou la taille présentent les plus faibles valeurs dans les captures. Le recrutement dans ce présent travail est calculé par une seule approche via ce modèle, se basant sur l'hypothèse d'un recrutement constant durant toutes les années de simulation :

$$N_0 = R e^s$$

Le recrutement de la crevette rouge a été calculé par le programme VIT. Le nombre de recrue dans la population de cette espèce est celui correspondant au nombre d'individus de la classe d'âge 0.

- la capturabilité : l'effort de pêche étant limité en méditerranée, le pêcheur tend à augmenter la mortalité par pêche en augmentant la capturabilité (Leonart et al., 2003) selon que $F=f*q$ (q étant le coefficient de capturabilité) ;

b) Données économiques et techniques :

Les différentes données économiques que nécessite ce modèle sont les suivantes :

- les prix unitaires de la crevette rouge pendant la période allant de 2000 à 2006 récoltés au niveau de la DPRH de Bejaia ;
- les coûts moyens de chaque bateau obtenu à partir de l'enquête économique effectué durant la période d'étude moyennant des questionnaires (voir annexe 1) ;
- les revenus dont le calcul se fait par le modèle admettant deux classes d'espèces: les espèces principales et les espèces associées, ou espèces secondaires. Les espèces principales sont celles dont on connaît la dynamique, et les espèces secondaires sont des espèces associées aux espèces principales, mais leur dynamique est inconnue. Elles sont liées par la relation :

$$Y=a X+b$$

Où: Y sont les captures des espèces accessoires

X sont les captures de la crevette rouge.

Les revenus totaux sont calculés selon la formule suivante :

$$RT= p C+Y.$$

Où : p est le prix unitaire des captures,

C est les captures de la sardine

Y est le revenu des espèces accessoires.

Dans le modèle le prix peut varier en fonction de plusieurs facteurs, entre autres :

- la crevette de grande taille a un prix plus élevé ;
- les captures (le prix diminue si l'offre est importante) ;
- les importations (Leonart et al., 2003).

Dans la présente étude, seule la variation de prix en fonction des captures a été prise en compte. Par manque de données, les autres variables n'ont pas été estimées.

- capital moyen par bateau. Ce paramètre, obtenu par l'enquête économique exprime la valeur du navire à son état actuel, y compris les engins de pêche et les instruments électroniques ;
- coût annuel moyen par bateau, obtenu par l'enquête exprimant le coût payé par le propriétaire. Il peut couvrir la licence de pêche, l'assurance du navire, les différentes réparations, peintures etc... ;
- coût commercial qui exprime le coût relatif à la vente de la crevette (associations, taxes...). Il est obtenu par l'enquête économique ;
- coût moyen de glace par jour obtenu par l'enquête ;

- coût financier qui représente l'intérêt et le capital retourné à la banque pour couvrir les crédits du pêcheur. Ce paramètre a aussi été obtenu par l'enquête ;
- autres coûts journaliers ne concernant pas le gasoil et la glace ;
- capital réinvesti qui est la proportion réinvestie en capital ;
- part du propriétaire obtenue en questionnant les armateurs ;
- coût d'opportunité. Ça exprime le revenu que le propriétaire peut obtenir du capital investi dans la pêche, s'il investit en dette publique. Il s'agit du coût pour renoncer aux revenus potentiels de son capital. Dans le sens économique, on obtient un profit, lorsque les revenus du capital investi dépassent le coût d'opportunité. Ce paramètre est obtenu auprès de la banque ;
- crédit maximum exprimé en pourcentage du capital que tolère la banque. Ce paramètre est obtenu auprès de la banque ;
- prix du litre de gasoil exprimé en Dinars Algériens et obtenu auprès de la station Naftal (société nationale de distribution de pétrole et de gaz) ;
- jauge brute du bateau obtenu auprès de la DPRH de Bejaia ;
- nombre de navires chalutier du port de pêche de Bejaia (DPRH) ;
- nombre moyen de l'équipage à bord y compris l'armateur s'il est embarqué ;
- nombre d'heures de pêche par jour (enquête) ;
- nombre de jours de pêche par an (obtenu par enquête).

CHAPITRE III: RESULTATS ET DISCUSSION

III) Résultats et discussion :

III-1- Récolte des données et travail sur le terrain :

III-1-1- Récolte des données :

Les résultats concernant l'effort actif total pour l'année 2007 est représenté dans le tableau ci- après :

Tableau N°1 : Liste de la flottille de pêche active au port de Bejaia (D.P.R.H., 2007)

Nom du navire	Matri.	Jauge brute (Tx)	Long. (m)	Larg. (m)	Marque du moteur	Puissance (CV)	Nature de la coque	Année de construction	Engin de pêche utilisé	Zone d'intervention
Tahar	BJ.03	22.34	16.31	4.17	Volvo	200	Bois	1964	Chalut de fond	Pêche côtière
Sofiane	BJ.04	29.66	17.37	4.88	Baudoin	300	Bois	1968	Chalut de fond	Pêche côtière
Anis (ex El Hadi)	BJ.06	35.19	19.00	5.20	Baudoin	430	Bois	1983	Chalut de fond	Pêche côtière
Marhaba	BJ.07	25.00	15.90	4.68	Fiat Aifo	400	Bois	1982	Chalut de fond	Pêche côtière
Ahmed	BJ.62	60.38	20.78	5.84	Baudoin	450	Bois	1976	Chalut de fond	Pêche côtière
Mohamed Tahar	BJ.66	28.73	16.00	5.10	Volvo	367	Bois	1990	Chalut de fond	Pêche côtière
Hocine Saada	BJ.90	63.09	18.70	6.05	Volvo	520	Acier	1982	Chalut de fond	Pêche côtière
Dents de la mer	BJ.95	20.73	16.00	5.10	Volvo	367	Bois	1988	Chalut de fond	Pêche côtière
Nanou	BJ.108	26.89	16.00	4.50	Baudoin	300	Bois	1982	Chalut de fond	Pêche côtière
Si Abderrahmane	BJ.247	37.70	18.00	4.70	Baudoin	450	Bois	1982	Chalut de fond	Pêche côtière
Hachemi M ^{ed} Ouassa	BJ.260	61.95	21.70	3.22	Cater Pilar	500	Polyester	2005	Chalut de fond	Pêche côtière
Baba Ali	BJ.267	29.56	17.70	4.85	Vovlo	408	Bois	1998	Chalut de fond	Pêche côtière
Soummam II	BJ.274	70.54	21.50	6.60	Baudoin	600	Bois	1998	Chalut de fond	Pêche côtière
Dal Mouloud	BJ.275	68.74	20.30	5.80	Guascor	500	Bois	2005	Chalut de fond	Pêche côtière
Mohamed Badry	BJ.276	182.25	25.00	7.70	Guascor	900	Acier	2006	Chalut de fond	Pêche côtière

III-1-2- classification et choix des chalutiers :**- Classification en fonction de la puissance motrice :**

La classification en fonction de la puissance motrice a abouti aux résultats du tableau suivant :

Tableau N°2 : Classification des chalutiers en fonction de la puissance motrice (CV)

Puissance	Nom du bateau	Nombre de bateaux	Matricule	Armement
[200 – 400[	Tahar	6	BJ.03	Chalut de fond
	Sofiane		BJ.04	Chalut de fond
	Marhaba		BJ.07	Chalut de fond
	Mohamed Tahar		BJ.66	Chalut de fond
	Dents de la mer		BJ.95	Chalut de fond
	Nanou		BJ.108	Chalut de fond
[400 – 600[	Anis (ex El Hadi)	9	BJ.06	Chalut de fond
	Ahmed		BJ.62	Chalut de fond
	Hocine Saada		BJ.90	Chalut de fond
	Si Abderrahmane		BJ.247	Chalut de fond
	Hachemi M. Ouassa		BJ.260	Chalut de fond
	Baba Ali		BJ.267	Chalut de fond
	Soummam II		BJ.274	Chalut de fond
	Dal Mouloud		BJ.275	Chalut de fond
[600 - 800 [--	--	--	--
[800 - ∞ [	Mohamed Badry	1	BJ.276	Chalut de fond

La classification des bateaux en fonction de la puissance motrice a abouti à l'obtention de trois classes ; celle des bateaux à faible puissance de 200 à 400 CV. Représentée par un effectif de 6 bateaux, les bateaux à puissance moyenne (de 400 à 600 CV.) avec un nombre de 9 chalutiers qui demeure la classe la plus représentative et la catégorie des bateaux à grande puissance (avec 900 CV.) représentée par le chalutiers crevettier industriel Mohamed Badry qui porte le matricule BJ.276 éliminé de la classification étant donnée sa grande puissance. Cette classification ne sera donc pas prise en compte vue la mauvaise distribution des effectifs ainsi que l'absence des chalutiers dans la troisième catégorie (de 600 à 800 CV.).

- Classification en fonction de l'engin de pêche :

Une seule catégorie se présente dans cette présente classification qui est celle des chaluts de fond, elle ne sera donc pas utilisée.

- Classification en fonction de la longueur :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau ci après :

Tableau N°3 : Classification des bateaux en fonction de la longueur

Longueur	Nom du bateau	Nombre de bateaux	Matricule	Armement
[15 – 17[(m) Petits	Tahar	5	BJ.03	Chalut de fond
	Marhaba		BJ.07	Chalut de fond
	Mohamed Tahar		BJ.66	Chalut de fond
	Dents de la mer		BJ.95	Chalut de fond
	Nanou		BJ.108	Chalut de fond
[17 – 19 [(m) Moyens	Sofiane	5	BJ.04	Chalut de fond
	Anis (ex El Hadi)		BJ.06	Chalut de fond
	Hocine Saada		BJ.90	Chalut de fond
	Si Abderrahmane		BJ.247	Chalut de fond
	Baba Ali		BJ.267	Chalut de fond
[19 - ∞ [(m) Grands	Ahmed	5	BJ.62	Chalut de fond
	Hachemi M. Ouassa		BJ.260	Chalut de fond
	Soummam II		BJ.274	Chalut de fond
	Dal Mouloud		BJ.275	Chalut de fond
	Mohamed Badry		BJ.276	Chalut de fond

La classification s'est faite en suivant un pas de 2 m, pour obtenir 3 catégories de navires représentées avec un nombre de 5 pour les petits bateaux, 5 pour les moyens et 5 pour les grands bateaux.

- Classification en fonction de l'âge des bateaux :

Les différents résultats sont récapitulés dans le tableau N° suivant :

Tableau N°4 : classification en fonction de l'âge

Catégories	Nom du bateau	Année	Nombre de bateaux	Matricule
Anciens bateaux	Tahar	1964	3	BJ.03
	Sofiane	1968		BJ.04
	Ahmed	1976		BJ.62
Age moyen	Anis	1983	7	BJ.06
	Marhaba	1982		BJ.07
	M. Tahar	1990		BJ.66
	Hocine Saada	1982		BJ.90
	Dents de la mer	1988		BJ.95
	Nanou	1982		BJ.108
	Si Abderrahmane	1982		BJ.247
Navires récents	Baba Ali	1998	6	BJ.267
	Soummam II	1998		BJ.274
	Hachemi M. Ouassa	2005		BJ.260
	Dal Mouloud	2005		BJ.275
	Mohamed Badry	2006		BJ.276

Dans ce cas, l'âge représente la date d'achat ou de construction du navire sans tenir compte des réparations effectuées et des changements aux niveaux des moteurs ou des appareillages selon qu'on obtient trois différentes catégories d'anciens bateaux, ceux d'âge moyen, et les bateaux récents.

- Classification en fonction du coefficient K, **Ben Aley (1966)** :
La classification a abouti aux résultats du tableau ci après :

Tableau N°5 : Classification en fonction du coefficient K

Type de bateau	Nom du bateau	K	Nombre	Matricule
Petits bateaux	Tahar	44.68	1	BJ.03
Bateaux moyens	Sofiane	88.98	3	BJ.04
	Dents de la mer	76.08		BJ.95
	Nanou	80.67		BJ.108
Grands bateaux	Anis	151.32	11	BJ.06
	Marhaba	100		BJ.07
	Ahmed	271.71		BJ.62
	Md. Tahar	105.44		BJ.66
	Hocine Saada	328.07		BJ.90
	Si Abderrahmane	169.95		BJ.247
	Hachemi M. Ouassa	309.75		BJ.260
	Baba Ali	120.61		BJ.267
	Soummam II	423.24		BJ.274
	Dal Mouloud	343.7		BJ.275
Mohamed Badry	1640.25	BJ.276		

Les catégories obtenues lors de cette classification sont réparties avec un nombre de 11 pour les grands bateaux, 3 pour les moyens et seulement 1 chalutier dans la catégorie des petits bateaux.

Le choix de l'effort reposera uniquement sur cette catégories et ce pour les raisons suivantes :

- la classification en fonction de la puissance présente une catégorie vide (celle des chalutiers puissants) ;
- la classification en fonction de l'engin de pêche n'est pas applicable à cause du changement d'armement par quelques chalutiers au cours de la période d'étude (notamment HACHEMI Md. OUAISSA (B.J260), TAHAR (B.J03), SOFIANE (B.J04), HOCINE SAADA (B.J90)) ;
- la classification en fonction de l'âge ne tient pas compte des réparations et changements effectués sur les navires ;
- la classification en fonction de la longueur ne tient pas compte de la puissance des bateaux (certains chalutiers plus grands que d'autres présentent des puissances inférieures à ces derniers).

Les chalutiers choisis donc pour la présente étude sont au nombre de 5, pratiquant la pêche au fond, ce sont : Md Tahar, Ahmed, El Marhaba, Dal Mouloud et Anis.

Tableau N°6 : Chalutiers pris en considération lors de cette étude

Nom du bateau	matricule	Engin utilisé
Md Tahar	BJ.66	Chalut de fond
Ahmed	BJ.62	Chalut de fond
Marhaba	BJ.07	Chalut de fond
Dal Mouloud	BJ.275	Chalut de fond
Anis	BJ.06	Chalut de fond

III-1-3- Travail sur le terrain récolte des échantillons :

Le nombre de débarquements par chalutier, par jour ainsi que la situation climatique et pourcentages de débarquements de la crevette rouge, *Arristeus antennatus*, au cours de la période d'étude sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau N°7 : Synthèse des différents résultats obtenus lors du travail sur le terrain (effort de pêche et débarquements par casier).

Date	Météo	A.a	A.f	M.sp	M.m	Nbr fond
27/02/2007	Vent Ouest - mer agitée pas de pluie- ciel nuageux	0	0	1.15	0	2
28/02/2007	Légère brise- mer houleuse- ensoleillé	3.5	2	10.3	1.7	3
01/03/2007	23° - mer houleuse - vent Ouest – ensoleillé	10	2	3.3	3.5	4
03/03/2007	23°- légère brise – ensoleillé - mer légèrement houleuse	13	2	2	2	3
04/03/2007	23° - mer calme - vent Est – ensoleillé	20	0.5	4	3.5	4
05/03/2007	vent Ouest - mer houleuse – ensoleillé	28	1	4.5	1.6	5
06/03/2007	Vent Ouest - mer houleuse- nuageux	1	0.4	1.1	1.4	1
07/03/2007	Vent Ouest -mer agitée – pluvieux	12.2	6.6	4.8	6.4	5
08/03/2007	Vent Est fort - mer grosse – pluvieux	0	1	0	0	1
10/03/2007	Vent fort - mer très agitée – pluvieux	0	0	0	0	0
17/03/2007	Vent Est - mer calme – pluvieux	11.6	3	6	3.9	5
18/03/2007	Pas de vent - mer calme – ensoleillé	13	4	4.3	4	5
19/03/2007	Vent fort - mer très agitée – pluvieux	9.5	3	5.5	4.5	4
20/03/2007	Vent fort - mer très agitée – pluvieux	0	0	0	0	1
21/03/2007	Vent Est faible –T° basses - mer peu agitée - pluvieux	0	0	0	0	0
22/03/2007	Vent Nord Ouest fort - mer agitée – pluvieux	0	0	0	0	0
24/03/2007	Vent faible - mer calme –ensoleillé	0	0	0	0	0
	Total	121.8	25.5	55.45	40.4	

A. a : *Arristeus antennatus*

M. sp: le rouget (*Mulus sp.*)

M. m : merlus (*Merluccius merluccius*)

A.f : *Arristomorpha foliacea*

Nbr fond: nombre de bateau qui ont pêché la crevette.

1 casier de crevette rouge : 16kg

1 casier de crevette blanche : 16kg

1 casier de rouget/merlus : 17kg

Les résultats du tableau N° 7 ont permis d'estimer l'importance des débarquements de la crevette rouge par rapport aux autres espèces (figure N°9).

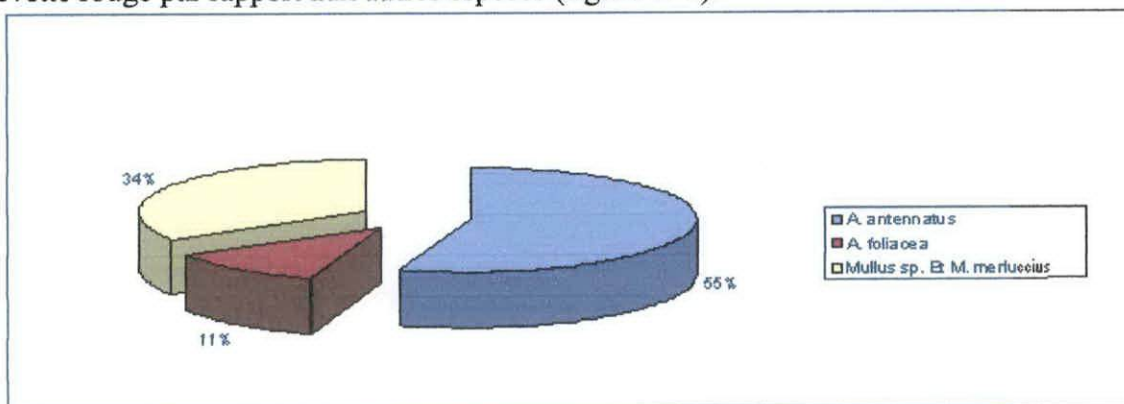


Figure N°9 : Pourcentages de débarquements de quelques espèces pêchées au chalut de fond dans le port de Bejaia pendant la période d'étude.

Discussion et interprétations :

D'après ces résultats, la crevette rouge semble être l'espèce la plus pêchée dans le golfe de Bejaia par les chalutiers de fond avec un pourcentage de 55% par rapport à la crevette rose qui n'atteint que 34% des débarquements et 11% concernant le rouget et le merlus, ces résultats semblent être concordants vu que les chalutiers pris en compte sortent de nuit et ciblent la crevette rouge. Cependant, la production d'*Aristeus antennatus* demeure faible par rapport celle des poissons pélagiques (voir tableau A, annexe 2) car dans la pêcherie de Bejaia, les chalutiers visant la crevette sont peu nombreux vu les risques accourus (perte de l'engin) à cause de la nature accidentée des fonds (Leclair, 1972) et le faible taux de capture que ça engendre car le plateau continental réduit ne laisse aux chalutiers qu'une zone réduite de chalutage.

La récolte de l'échantillon s'est faite au cours de la même période.

III-1-4- Traitement des échantillons :

L'échantillon obtenu comporte 204 individus ayant été mesurés puis pesés et dont le sexe a été déterminé, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°8.

Dans cette présente étude, les longueurs céphalothoraciques ont été mesurée, et l'intervalle de classe retenu est de 3mm car il a permis de mieux suivre l'évolution des modes (figure N°10).

Le tableau suivant récapitule les différents résultats obtenus sur l'échantillon d'*Aristeus antennatus*.

Tableau N°8 : Résultats obtenus lors du traitement de l'échantillon de crevette rouge.

L1 - L2 mm	effectif	sexe ratio ♂	sexe ratio ♀	Wt* moy (g)
[21 - 24[	9	0,33	0,67	6
[24 - 27 [	19	0,26	0,74	7,5
[27 - 30 [	16	0,38	0,62	8,5
[30 - 33 [	25	0,2	0,8	9
[33 - 36 [	45	0,02	0,98	10
[36 - 39 [	36	0,03	0,97	10,6
[39 - 42 [	27	0	1	12
[42 - 45 [	12	0	1	12,6
[45 - 48 [	6	0	1	12,9
[48 - 51 [	4	0	1	13,5
[51 - 54 [	3	0	1	15
[54 - 57 [	2	0	1	17,6
Total	204	0,11	0,89	

(*) Poids total moyen en g.

Ces résultats permettront de déterminer les différents paramètres biologiques (âges, longueurs asymptotique, vitesse de croissance...)

A partir des données fréquences – tailles du tableau N°8, la figure N° 10 a tété tracée.

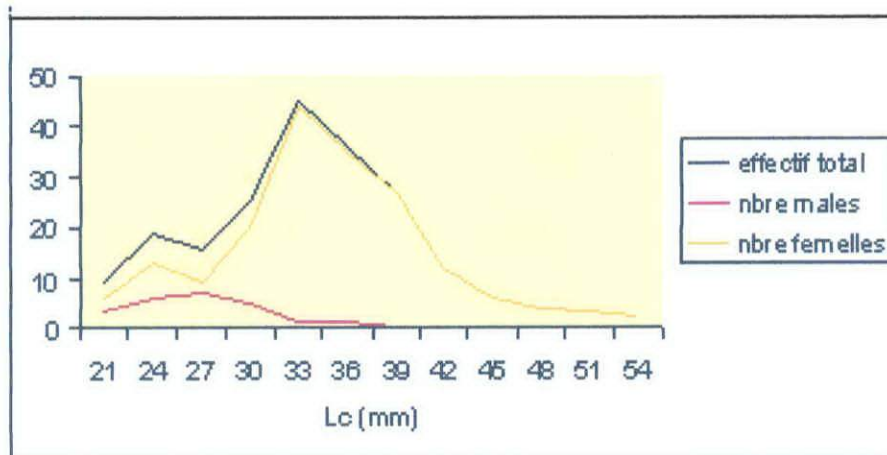


Figure N° 10 : Variations de l'effectif total, du nombre de mâles et de femelles en fonction de la longueur céphalothoracique de la crevette rouge *Aristeus antennatus* dans le port de Bejaia

Discussion et interprétation :

La courbe de variations de l'effectif total en fonction des longueurs céphalothoraciques présente deux modes successifs dont un bien distinct correspondant à une longueur de 34.5 mm qui représente la longueur moyenne de la population et diminue pour les classes de tailles supérieures.

Les variations du nombre des femelles semblent coïncider avec les variations de l'effectif total avec une proportion maximale pour la longueur 34.5 mm et un effectif faible pour les grands individus, les mâles ne sont représentés que par les petits individus avec un effectif maximal pour la classe de taille 28.5 mm.

Ceci correspond aux résultats de beaucoup d'auteurs, en effet, **Kurc et al. (1965)** ont trouvé que les femelles de crevettes présentaient des tailles modales plus élevées et un sexe ratio plus grand que chez les mâles, **Papaconstantinou et Kapisris (2001)** signalent que chez ces derniers, le taux de croissance présente un plus faible niveau. La faible représentation des mâles dans l'échantillon pourrait aussi s'expliquer par le fait que ces derniers se tiennent à des profondeurs plus grandes que les femelles (**Maurin, 1960 ; 1962**) celles-ci montent à la surface lors de la maturité sexuelle, d'après le même auteur, à la recherche d'une zone où les conditions seraient plus favorable à l'ontogenèse et au développement larvaire.

Le problème de l'échantillonnage a une importance capitale, en effet selon **Campillo (1979)**, les crevettes se tiennent à différentes profondeurs en fonction leur âges.

La faible représentation des mâles dans l'échantillon ne permet pas d'effectuer l'étude en séparant les sexes, ce présent travail se fera donc en se basant sur les deux sexes confondus.

III-2- Étude de la croissance :

III-2-1- Étude de l'âge :

En utilisant les résultats du tableau N°8, le polygone de fréquences tailles a été tracé (figure N°11)

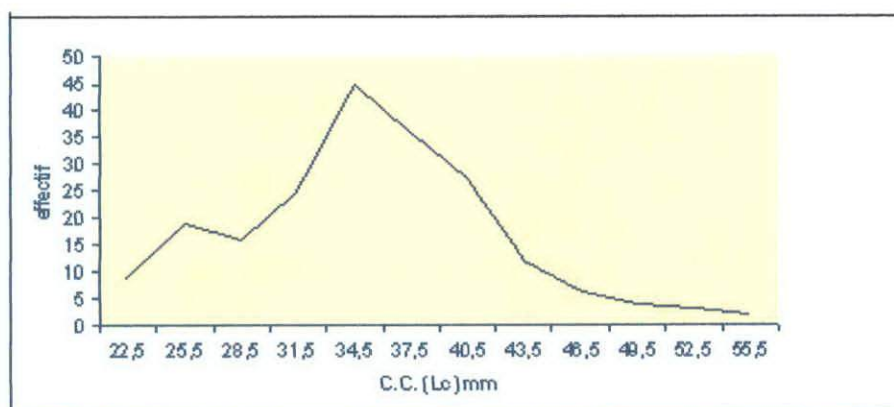


Figure N° 11 : polygone de fréquences – tailles de la crevette rouge de la région de Bejaia

Les résultats permettant de tracer les droites de pentes négatives (figure N°12) sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N° 9 : récapitulatif des résultats de l'application de la méthode de Bhattacharya (1967)

S.P.	Age / an	Lc (mm)	N	S2	S	a	b	h/S	Λ
1	I	26.1	28	9.33	3.06	8,73	-3,52	0,1	24,6
2	II	33.3	133	2.47	1.57	5,071	-1,46	0,19	31,8
3	III	45	7	0.18	0.42	2,71	-0,6	0,71	43,5

S.P. : Sous population.

Lc : Longueur céphalothoracique en mm.

N : Effectif de chaque classe d'âge.

S2 : Variance.

S : Ecart type.

A : Ordonnée à l'origine de chaque droite de pente négative.

b : Pente de chaque droite de régression de Bhattacharya (1967).

h : Intervalle de taille en mm

Λ : Point d'intersection de chaque droite de pente négative avec l'axe des abscisses

Le nombre de droites de pentes négatives (figure N°12) permet de définir le nombre de sous populations, ce dernier étant au nombre de 3.

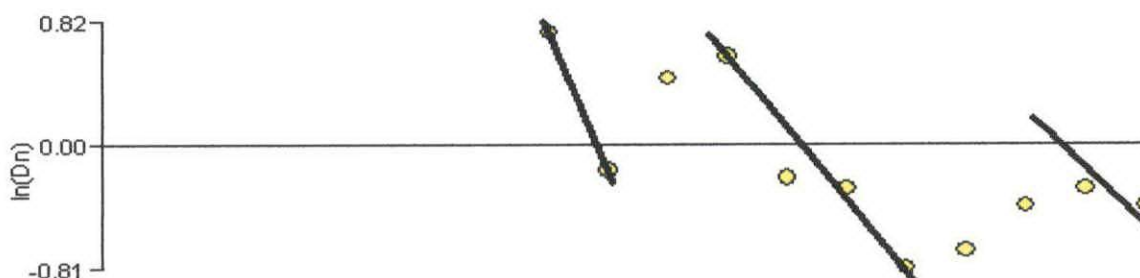


Figure N°12 : Droite de pentes négatives de Bhattacharya (1967), appliqué sur le stock de crevette rouge de la région de Bejaia

Les résultats de différents auteurs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau N°10 : Résultats de différents auteurs sur la clé âge longueur de la crevette rouge de différentes régions

Auteur	Année	Région	lim. de tailles (mm)	I.Cl. (mm)	mode pr. (mm)
Yahiaoui et al. (1980) in Yahiaoui et al. (1985)	1980	Alger	20,5 - 60,5	2	-
Thalassa (ISTPM, 1982)	1982	Ouest Alger	13 - 68	-	33
Thalassa (ISTPM, 1982)	1982	Est Alger	13 - 68	-	33
Habib et Koudil	1990	Alger	20 - 58	4	30
Laouar et al.	1990	Annaba	22 - 62	4	34
Belkessam & Issolah	1991	Bou Haroun	20 - 64	4	36
Nait saïdi et Taghanemt	1991	Bejaïa	22,5 - 57,5	5	27,5
Arzel et al.	1992	côtes françaises	23 - 53		32
Papaconstantinou & Kanstantinous	2001	Mer Ionienne	9,0 - 62	2	-
Merbah	2002	Alger	13 - 65	2	-
Kennouche	2003	Bou Haroun	24 - 62	3	36,5
Rodriguez	2003	Espagne	15 - 64	-	35
Présent travail	2007	Bejaïa	22,5 - 55,5	3	34,5

Lim. De tailles : Limites inférieure et supérieure de tailles (de l'échantillon entier).

I.Cl. : Intervalle de classe.

Mode pr. : Mode principal de la distribution fréquences – tailles.

Discussion et interprétation :

Le polygone de fréquences – tailles de Bhattacharya (1967) (figure N°11) présente deux modes bien distincts l'un pour le centre de classe 25.5 mm et l'autre pour le centre de classe 34.5 mm avec des effectifs respectifs de 19 et 45 ceci permet de dire qu'il y'aurait au moins deux sous populations présentes dans l'échantillon de crevette rouge de la région de Bejaïa. L'obtention de trois droites de pentes négatives par le modèle de Bhattacharya (1967) signifie qu'il y'aurait trois sous populations, ces dernières obéissent à l'hypothèse de Bhattacharya (1967) ($h/S \leq 2.2$) elles sont donc acceptées (voir tableau N°9).

Pour attribuer l'âge au premier mode, une recherche bibliographique a été faite pour pouvoir comparer.

Le mode principal obtenu lors de cette étude (34.5 mm) semble être proche de celui de Laouar et al. (1990) dans la région d'Annaba. Rodriguez (2003) trouve une taille modale de 36.5 et 4 classes d'âges en Espagne ce qui semble assez concordant avec les résultats de cette présente étude avec le même pas suivi. L'absence de grands individus dans l'échantillon pourrait expliquer l'obtention de 3 classes d'âges seulement pour la crevette rouge de la région de Bejaïa par rapport à 4 ans (Rodriguez, 2003 ; Arzel et al., 1992), car considérant que la taille moyenne de cette dernière augmente avec la profondeur (Campillo, 1975a), cette proportion d'individus n'est pas accessible à la flottille chalutière de la région sus – citée ; en effet ; Guennegan (1990) relie ce phénomène au changement de la capturabilité imputable à l'accessibilité si ce groupe d'individus n'est pas sur le lieu de pêche, ou à la vulnérabilité s'il est présent mais insensible aux engins de pêche. De telles variations pourraient aussi être expliquées par le fait que l'âge soit directement lié à la localisation de l'espèce en question ainsi qu'à des facteurs géographique (Orsi Relini et Relini, 1998) et aux aléas de la pêche (Guennegan, 1990).

III-2-2- Détermination des paramètres de croissances (L_{∞} , k et t_0) sans connaissance de l'âge :

III-2-2-1- Détermination de la valeur de Z/k , L_{∞} par la méthode de Wetherall et al. (1986) :

L'analyse des fréquences de tailles a donné les résultats suivants (tableau N°11 et figure N° 13) :

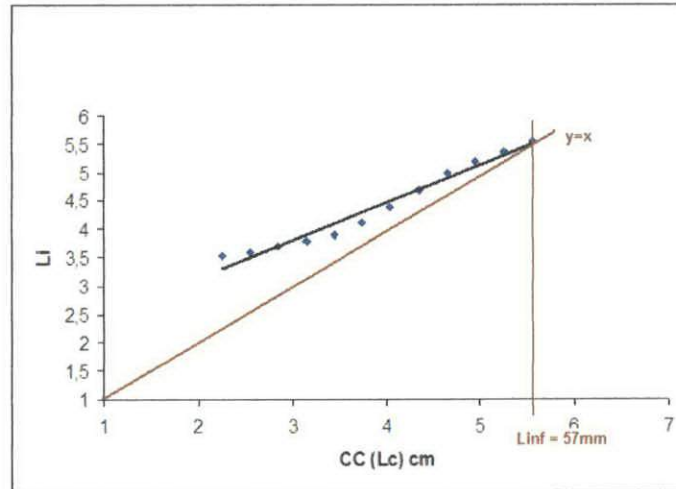


Figure N°13 : Détermination de L_{∞} graphique par la méthode de Wetherall *et al.* (1986)

Tableau N°11 : récapitulatif des résultats par la méthode de Wetherall *et al.* (1986)

$\bar{L}_i = bL_i + a$	L_{∞} calculé(mm)	L_{∞} graph.(mm)	L_{∞} pauly (mm)	Z/k
$\bar{L}_i = 0,851 L_i + 0,96$	64,33	57	57,8	5,72

III-2-2-2- Estimation du coefficient de catabolisme K par la méthode de Pauly et Munro (1984) *in* Pauly (1984) :

Le tableau suivant résume quelques résultats de ϕ' obtenus à partir des couples ($k - L_{\infty}$) trouvés dans la littérature :

Tableau N°11 : Récapitulatif des résultats de différents auteurs des paramètres de croissance dans différentes régions de la Méditerranée

Auteur	Année	Région	L_{∞} (mm)	K/an	Φ'
Yahiaoui (1980 <i>in</i> Yahiaoui <i>et al.</i> , 1985)	1980	Alger	65,1	0,3656	3,19
Nouar	1985	Alger	♂ 33,414	0,641	0,855*
			♀ 68,249	0,398	1,268*
Sardà et Demestre	1987	Mer catalane	♂ 46	0,47	-
			♀ 76,0	0,3	-
Habib et Koudil	1990	Alger	56,5	0,29	2,97
Laouar, Stahi, Sammar	1990	Annaba	66,9	0,2	2,95
Nait saidi et Taghanemt	1991	Bejaia	62,9	0,233	2,96
Carbonell	1991	Espagne (mallorque)	60	0,435	3,19
Arzel <i>et al.</i>	1992	côtes françaises	65	0,36	0,046*
Campillo In Orsi Relini et Relini (1998)	1994	Golfe du Lion	63,57	0,525	3,32
Dos Santos et Rideiro Cascalhos In Orsi Relini et Relini (1998)	1994	Algarve	75,4	0,36	3,31
Martinez et Mits (1994 <i>in</i> Merbah, 2002)	1994	Espagne (Sud Est)	63,5	0,325	3,12
Yahiaoui	1994	Alger	50	0,39	2,99
Spedicato <i>et al.</i> In Orsi Relini et Relini (1998)	1995	mer tyrrhénienne	66,81	0,558	3,39
Ragonese et Bianchini In Orsi Relini et Relini (1998)	1996	Detroit de Sicile	69,1	0,53	3,4
Martinez – Banos (1994 <i>in</i> Merbah, 2002)	1996	Murcie	71 - 75	0,38 - 0,4	-
Orsi Relini & Relini	1998	Golfe de Gène	71,08	0,351	3,25
Fiorentino <i>et al.</i>	1996	Mer Ligure	74,05	0,265	3,16
Merbah	2002	Alger	50,83	0,52	3,13
Kennouche	2003	Bou - Ismail	65,15	0,29	3,09
présent travail	2007	Bejaia	64,33	0,29	3,16

$$\Phi' = 3,16$$

(*) : Estimations pas prises en considération pour le calcul de Φ'

La valeur de k ainsi obtenue est de 0,29 /an pour les deux sexes confondus.

III-2-2-3- l'estimation de t_0 par la méthode de Pauly (1984) :

Le t_0 déduit est de (-0,395 an)

Le tableau suivant résume les résultats des paramètres de croissances obtenus lors de cette présente étude :

Tableau N°12 : récapitulatif des résultats des paramètres de croissance.

L_{∞} (mm)	K /an	t_0 an
64,33*	0,29	-0,395

(*) : La longueur asymptotique prise en compte est celle calculée par la méthode de Wetherall et al. (1986), celle obtenue par la méthode de Pauly (1984) étant sous estimée par l'absence de grands individus dans l'échantillon.

Discussion et interprétation :

Le coefficient de catabolisme k obtenu dans ce présent travail portant sur *Aristeus antennatus* est identique à celui trouvé par Habib et Koudil (1990) à Alger, et celui de Kennouche (2003) à Bou – Ismail.

Selon Garcia et al. (1970), la densité d'une population influe sur la vitesse de croissance de ses individus. Campillo (1975b) note que cette vitesse diffère suivant la saison et la période d'éclairement pourrait être responsable de ces variations.

En ce qui concerne la valeur de L_{∞} obtenue (64,33 mm), elle se rapproche de celle trouvée par Martinez et Mits (1994 in Merbah, 2002) ainsi qu'à celle de Kennouche (2003) et de Yahiaoui (1980, in Yahiaoui et al., 1985) dans la région d'Alger.

Les différences observées dans les paramètres de croissance pourraient être expliquées par les localisations géographiques ainsi qu'à des milieux différents, les caractéristiques de ces derniers jouent un rôle important dans la croissance. En effet, Gage et Tyler (1991, in Rui Rosa et Lunes, 2004) notent que la nourriture et la température sont les principaux paramètres environnementaux qui influencent la croissance. Cartes et Sardà (1989) soulignent que la crevette rouge présentait sa plus grande taille au niveau de la mer Ligure, une taille moyenne en Sicile, Sardaigne et Catalogne et une petite ailleurs en Méditerranée.

III-2-3- Croissance relative : Étude de la relation taille - Poids et détermination de W_{∞} :

A partir des données du tableau N°8, un ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés a été réalisé sur le couple de valeurs : longueurs céphalothoracique, poids total moyen de la crevette rouge de la région de Bejaia.

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

W_{∞} (g)	(a)	(b)	r	| t |_{cal} pour $\alpha=5\%$	Type de croissance
57.37	0.029	2.86	0.9845	1.95	Isométrie ($t = 1.95 < 1.96$)

Avec :

- (a) : Ordonnée à l'origine
- (b) : Pente
- (r) : Coefficient de corrélation

Le type d'allométrie est obtenu par le test | t | ; la valeur de | t | calculée est inférieure à la valeur de | t | de la table de Student.

L'équation de la relation taille-poids est sous la forme :

$$W_t = 0.029 L_c^{2.86}$$

L'équation pondérale s'écrit comme suit :

$$W = 57.37 [1 - e^{-0.29(t+0.395)}]^{2.86}$$

Discussion et interprétation :

La relation taille-poids obtenue dans la présente étude indique une isométrie de croissance. Le poids chez la crevette rouge est proportionnellement au cube de la longueur. Ceci est conforme aux résultats trouvés par **Rodriguez (2003)** dans la région espagnole ($a=0.0024$ et $b= 2.49$) pour un effectif de 18.063 individus sexes confondus. En effet, **Daget (1972)** confirme que chez la plupart des espèces marines, la valeur de b (coefficient d'allométrie) est toujours voisine de 3. Toutefois, les variations des facteurs de l'environnement font paraître des changements de métabolisme, de poids ainsi que de la taille du spécimen (**Kundsen, 1962**).

Le poids asymptotique obtenus par cette présente étude semble être sous-estimé par rapport à celui estimé par **Rodriguez (2003)** (78.41 g) ceci s'expliquerait par l'absence de grands individus dans l'échantillon.

III-3- Étude de la mortalité :

Les différents résultats obtenus pour les mortalités sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau N°13 : récapitulatif des résultats de l'étude des mortalités

Z/an (Jones)	Z/an (Pauly)	M/an Cubillos	M/an Taylor	F/an	E
1,33	1,95	0,62	0,35	1,16	0,68
1,64*		0,48*			

(*) : Valeurs obtenues en effectuant une moyenne des différents résultats

Les droites de la figure N° 14 sont ainsi obtenues.

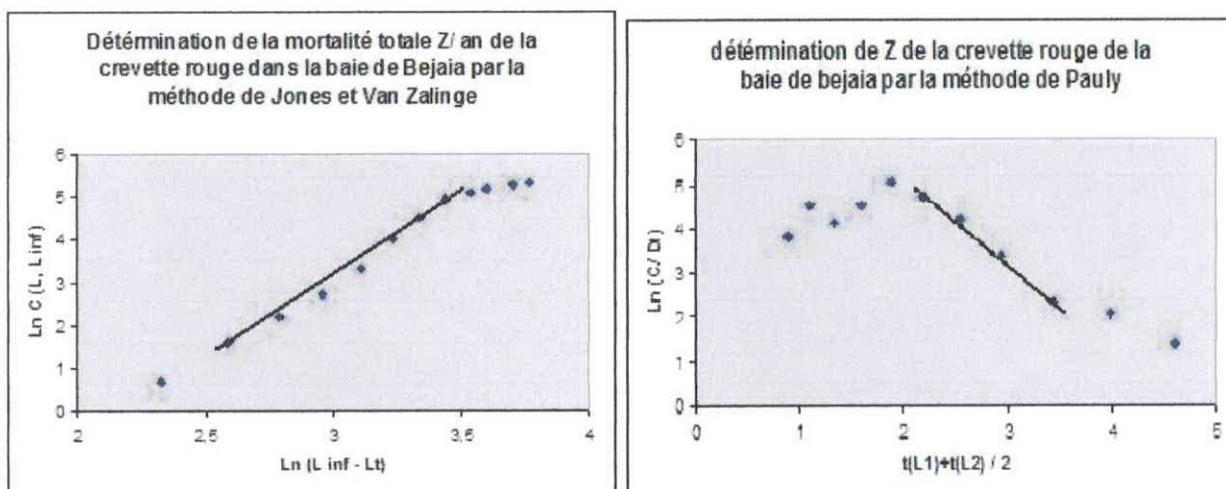


Figure N° 14: Détermination de la mortalité totale Z/an par les méthodes de Pauly et de Jones et Van Zalinge

Le tableau qui suit montre les résultats trouvés dans la littérature.

Tableau N°14 : Résultats de différents auteurs pour les coefficients de mortalités

Auteur	Année	Région	Z/an	M/an	F/an	E
Yahiaoui	1985	Alger	1,115	0,472	0,43	0,58
Habib et Koudil	1990	Alger	0,71	0,29	0,42	0,59
Laouar et al.	1990	Annaba	0,53	0,20	0,33	0,62
Nait saidi et Taghanemt	1991	Bejaia	0,856	0,236	0,64	0,72
Belkessam et Issolah	1991	Bou – Haroun	0,583	0,22	0,363	0,62
Demestre et Martin <i>in</i> Papaconstantinou et Kapis (2001)	1993	Med. occidentale	-	0,42-0,44	-	-
Fiorentino <i>et al.</i>	1996	Mer ligure	0,9	0,4	0,5	0,55
Carbonell et al. <i>In</i> Papaconstantinou et Kanstantinos (2001)	1999	Îles baléares	-	0,56-0,54	-	-
Papaconstantinou et Kanstantinos	2001	Mer ionienne	0,79- 0,70	0,65-0,62	-	-
Merbah	2002	Alger	0,52	0,63	0,93	0,60
Kennouche	2003	Bou - Ismail	0,29	0,17	0,45	0,72
Présent travail	2007	Bejaia	1,64	0,48	1,16	0,68

Discussion et interprétation :

Le coefficient instantané de mortalité naturelle M est similaire à celui trouvé par **Yahiaoui (1985)** à Alger ainsi qu'à celui de **Fiorentino et al. (1996)** en Mer Ligure, il reste cependant faible par rapport à celui de **Merbah (2002)** dans la baie d'Alger et élevée par rapport à celui de **Kennouche (2003)** à Bou – Haroun.

Le coefficient de mortalité par pêche estimé au cours de cette étude est supérieur aux résultats obtenus par les différents auteurs dans diverses régions, il serait sur estimé.

Ces différences sont liées de façon probable :

- aux méthodes utilisées ; **Merbah (2002)**, pour ses résultats, a utilisé la méthode de Pauly réservée pourtant aux 175 stocks de poissons ;
- à l'échantillon (Qualité, importance, période...) ; **Pauly (1997)** précise qu'un échantillonnage mensuel abondant prenant une importance excessive pourrait biaiser les résultats, le même auteur dénote que la période d'échantillonnage pour l'estimation des mortalités des crevettes doit être effectuée sur une année au moins. Or, dans ce présent travail, le prélèvement de l'échantillon a été effectué pendant une période bien courte qui est d'un mois ;
- selon **Chauvet (1986 in Korichi, 1988)**, le coefficient instantané de mortalité naturelle M est difficile à évaluer, les méthodes existantes sont toutes approchées et sont à l'origine d'une importante part d'incertitude dans l'application des modèles halieutiques. **Laubier (2003)** décrit ce coefficient comme un paramètre critique qui demeure mal connu ;
- une bonne partie du stock de crevette rouge est inaccessible aux engins de pêche, en effet, **Carbonell et al. (2000)** décrivent l'habitat d'*Aristeus antennatus* près des canyons sous – marins aussi bien que sur la pente continentale, cette population est insensible aux chalutiers dans la baie de Bejaia caractérisée par des fonds accidentés et une pente continentale élevée (**Leclaire, 1972**), ceci surestimerait le coefficient de mortalité par pêche, car la population réelle ne serait pas représentée. **Laurec et Le Guen (1981)** soulignent que l'accessibilité se réfère à plusieurs conditions :

- la présence de l'animal sur le lieu de pêche ;
- l'animal doit être affecté par l'unité d'effort ;
- il doit être vulnérable au chalut.

Considérant qu'une pêcherie n'existe pas en l'absence d'un effort humain (Clay et Mc. Goodwin, 1995), ce dernier étant représenté par le nombre de navire actif dans la baie de Bejaia était inconstant pendant la période d'échantillonnage, à cause des aléas climatiques, des retraits de permis (Notamment le chalutier Md. Tahar) et réparation et perte d'engins (le chalutier Dal Mouloud).

Le taux d'exploitation désigne une surexploitation du stock de crevette rouge dans la région de Bejaia, néanmoins, il ne représente qu'une estimation pendant la période d'étude ce qui n'est pas représentatif. Cet état d'exploitation reste donc à être confirmé ou infirmé par les autres modèles d'exploitation.

III-4- Etude de la maturité sexuelle :

Afin d'attribuer les proportions de maturité sexuelle aux différentes classes de tailles, le tableau suivant résume les résultats obtenus par différents auteurs :

Tableau N°15 : tableau des tailles céphalothoraciques de la première maturité sexuelle chez la crevette rouge, désignée par différents auteurs.

Auteur	Région	Année	Lc. mâles (mm)	Lc. Femelles (mm)
Sardà et Demestre	Catalogne	1987	23	27
Demestre	Catalogne	1990	20 – 21	24 – 27
Demestre et Martin	Catalogne	1993	21	26
Carbonell	Baléares	1994	20	26
Carbonelle <i>et al.</i>	Baléares	1999	19,95 – 26,02	23,51 – 31,77
Martinez-Baños	Canal d'Ibiza	1997	20	24
Martinez-Baños	Murcia	1997	20 – 22	24 – 27
Rodriguez	Alicante, Vera, Ibiza	2003	16,81	21,62
		MOYENNE	20,89	25,63
		MOYENNE ♂ ET ♀		23,26

Discussion et interprétation :

Une moyenne entre les mâles et les femelles a été effectuée, selon ces résultats, la première taille de maturité sexuelle chez la crevette rouge, sexes confondus serait de 23,26 mm de longueur céphalothoracique. Sardà *et al.* (2003), afin de définir la taille de recrutement d'*Aristeus antennatus* en Mer Ligure, affirment que les nouvelles crevettes font majoritairement partie de la classe de taille 21 – 24 mm (LC) et soulignent qu'à partir de 24 mm, elles peuvent être des femelles matures. Concernant l'âge, Tiews (1954 *in* Kurc *et al.*, 1965) aboutit au résultat que chez la crevette, les femelles sont déjà matures de l'âge 6 à 7 mois.

En regard sur la taille de l'échantillon de ce présent travail et vue la taille minimale moyenne des individus de la première classe de taille (23,5 mm), une conclusion peut être émise selon que toute les crevettes échantillonnées sont déjà matures, les individus ayant une taille inférieure à cette moyenne, étant des mâles sont supposés tous matures car leur longueur céphalothoracique dépasse la taille moyenne de première maturité sexuelle des mâles trouvée dans la littérature.

Les proportions de maturité sont donc, pour toutes les classes de tailles et d'âges égales à 1.

III-5- Etude de l'exploitation :

III-5-1- Etude de quelques aspects de l'état de la pêcherie crevettière dans la région de Bejaia :

Les données du tableau N° 16 ont permis de tracer les courbes de la figure A (voir annexe 3)

Tableau N°16 : Données climatiques moyennes annuelles, effort actif annuel et débarquements de la crevette rouge au port de Bejaia

année	T°C	pluvio (mm)	vitesse vent (m/s)	Captures (tonnes)	Effort actif	CPUE
1997	19,9	645		9,647	9	1,07188889
1998	19,1	1032	29	6,304	8	0,788
1999	19,5	820	28	8,309	9	0,92322222
2000	19,6	387	31	12,446	11	1,13145455
2001	20	599	29	8,658	12	0,7215
2002	20,7	894	30	7,94	12	0,66166667
2003	20,1	1011	13	13,328	11	1,21163636
2004	19,5	894	13	11,518	11	1,04709091
2005	19	792	17	29,076	12	2,423
2006				25,118	11	2,28345455

Les différentes corrélations sont résumées dans le tableau suivant

Tableau N°17 : coefficients de corrélation entre les débarquements et différents paramètres

	T°C (-3)	T°C	pluvio (mm)	vitesse vent (m/s)	effort annuel	P 2ans (mm)	effort sortie
r	0,851	0,441	-0,073	-0,521	0,443	0,552	0,794

Pluvio (mm) : pluviométrie annuelle moyenne

T°C (-3) : température des trois années précédant le premier débarquement pris en compte pour la corrélation

Effort annuel : effort actif

P 2 ans : la pluviométrie des deux années précédant le premier débarquement pris en compte pour la corrélation.

Effort sortie : l'effort constaté pendant la période d'étude.

Discussion et interprétation :

→Influence des paramètres environnementaux :

D'après les résultats précédents (figure A, annexe 3 ; tableau N°16) les différentes corrélations effectuées montrent que les débarquements de la crevette rouge au port de Bejaia ne semblent pas être influencés par la température de l'air avec un coefficient de corrélation $r=-0,44$ dont les moyennes annuelles restent plus ou moins constantes. Ceci étant, cette espèce vivant à des profondeurs importantes (Rodriguez, 2003), les variations de température ne touchent que les eaux de surface. En effet, Azouz (1972) démontre que la température des eaux profondes de la méditerranée est assez stable et est située aux environs de 13°C. Néanmoins, Chabane et Plante (1969) affirment qu'il y aurait simultanément du changement du comportement des crevettes et des variations de température dont l'augmentation induirait une tendance au grégarisme. Kurc et al. (1965) soulignent que l'abondance de cette espèce est liée à des facteurs écologiques parmi lesquels la température de l'eau joue un rôle important. Effectivement, Williams (1967) note que les meilleurs débarquements étaient réalisés au court des années chaudes. La corrélation obtenue entre les variations de températures de trois années précédentes les débarquements est bonne, ceci s'expliquerait par le fait que ce paramètre, combiné avec d'autres facteurs, influencerait d'une façon étalée dans le temps les captures de manière indirecte. Turner (1986) a démontré l'importance non négligeable de l'étude des facteurs climatiques sur le taux de débarquements des crevettes, ces éléments exercent plusieurs effets indirects sur le milieu biologique, par leur influence sur la masse d'eau, Kesteven (1953) conclue que ceci induirait différents mouvements de ces dernières. Broad (1957 in Campillo, 1975) et Azouz (1972) ont démontré que la température, la salinité et la nourriture avaient un effet sur le développement larvaire de la crevette en agissant sur la durée et le nombre des stades larvaires. Khemeleva et Goulou Bev (1986) soulignent l'influence sur la croissance de ce paramètre dont la diminution au dessous d'une certaine limite empêcherait la mue chez les crustacés. Laubier (1986) affirme que cette variable est un facteur environnemental critique qui influencerait :

- le métabolisme (Hettleret et Chester, 1982) ;
- la reproduction et le passage à la maturité sexuelle (Campillo, 1979 ; Bendreault et al., 1977) ;
- la capturabilité et la distribution (Hill, 1985 in Kennouche 2003).

Concernant les variations de captures en fonction de la vitesse des vents, le coefficient de corrélation de $r=-0,52$, signifie que les débarquements de crevette rouge varient contrairement à la vitesse des vents, en effet en analysant la courbe des variations des captures en fonction des vitesses moyennes annuelles du vent (voir figure A, annexe 3), on constate que les plus faibles quantités de débarquements (en tonnes) correspondent aux vitesses les plus élevées pendant les années 1998 à 2002 et la diminution par la suite de la vitesse moyenne du vent est accompagnée par une tendance à l'augmentation des captures. Lalami (1970) souligne que le vent joue un rôle dans la pêche, car il a une action directe en limitant le nombre de sorties et une action indirecte sur les conditions hydrologiques qui à leur tour interviennent dans l'écologie et la biologie des animaux marins, puisque ce vent influe sur la largeur, l'épaisseur, la profondeur et la distance à la côte du courant Atlantique apportant ses propres caractéristiques (salinité) d'où les corrélations obtenues dans ce présent travail démontrant son influence. Il aurait été intéressant de disposer d'une série historique de données concernant la direction du vent. En effet, Harden et Scholes (1980) notent que la capture est associée aux données de la direction du vent à l'origine plutôt qu'à sa force.

La courbe de variations des captures en fonction de la pluviométrie (Figure A , voir annexe 3) ainsi que le coefficient de corrélation obtenu ($r=-0,07$) démontrent que la pluie n'aurait pas d'influence sur la crevette rouge de la baie de Bejaia. Toutefois, après avoir apprécié les corrélations entre la pluviométrie des deux années précédant les débarquements d'une année et ces derniers, la tendance à l'augmentation ou à la diminution de ces deux variables (débarquements et pluviométrie) s'accompagnent. En effet, selon **Gunther et Hil (1954 in Chabane et Plante, 1969)** il peut y avoir une corrélation nette entre les captures de crevettes d'une année et la pluviométrie des deux années précédentes. Certains auteurs expliquent ce fait par l'action indirecte des précipitations sur le stock de crevette, effectivement pendant la saison fraîche, les précipitations entraînent une diminution lente et progressive de la salinité ce qui induit un regroupement de l'espèce augmentant ainsi les captures (**Chabane et Plante, 1969**). Cette baisse de salinité pourrait avoir un effet bénéfique sur la reproduction, le recrutement et la survie des post – larves (**Le Reste, 1992**). **Kesteven (1953)** a démontré l'effet qu'auraient les précipitations sur la température et la salinité des eaux, elles auraient donc un effet sur le milieu biologique de ces eaux. Les précipitations augmentent également les débits des Oueds ce qui influencerait les captures (**Gunther et Edwards in Le Reste, 1992 et Kesteven, 1953**). Par manque de données sur les débits annuels des différents réseaux hydrologique de la région, les corrélations entre ces dernières et les captures n'ont pu être effectuées, ceci constitue un point important, la baie de Bejaia étant sujette à plusieurs sources de déversements (Soummam, Oued Agrioun etc....).

Tous ces résultats (variations des débarquements en fonction de la température moyenne annuelle, la vitesse des vents moyenne annuelle et la pluviométrie moyenne annuelle) démontrent que les caractéristiques du milieu environnant atteindraient la crevette de façon directe ou indirecte, **Chabane et Plante (1969)** soulignent l'action probable des caractères physico – chimiques de l'eau sur la physiologie de cette espèce.

Nonobstant, **Le Reste (1984)** émet deux hypothèses ne s'excluant pas mutuellement susceptibles d'expliquer les variations de captures : les variations de l'environnement qui provoqueraient des variations du stock et des variations de la pêche au sein de la pêcherie et donc de l'effort. En effet **Catanzano et Mesnil (1995)** admettent qu'une pêcherie subit non seulement le poids des contraintes ou effets environnementaux mais aussi l'impact des activités humaines. Ci après, une analyse de l'influence de l'effort sur les captures est faite.

→ Variations des captures en fonction de l'effort actif :

Les données du tableau N°16 (statistiques de débarquements) ainsi que les données d'efforts annuels de la période allant de 2000 à 2006, ont servi à tracer la courbe de variations des captures en fonction du nombre de bateaux sortis à la crevette de la figure B (voir annexe 3), et le coefficient de corrélation en est déduit (tableau N°17).

La courbe de variations des captures de crevette rouge en fonction de l'effort pendant la période d'étude montre des variations en dents de scie dans les deux cas de figure (effort actif et captures), les pics observés pour les captures correspondent au nombre de bateaux sortis à la crevette le plus élevé. Ceci, ajouté au coefficient de corrélation $r= 0,79$ obtenu, dénotent de l'influence directe de l'effort sur les débarquements.

La faible corrélation obtenue concernant la variation de l'effort annuel pour la période 2001 à 2006 serait expliquée par le fait que tous les chalutiers actifs au port de Bejaia durant cette période ne sont pas forcément armés d'un chalut de fond, ciblant ainsi les espèces pélagiques.

Néanmoins une tendance nette à l'augmentation est notée concernant les CPUE (voir Figure B, annexe 3). Ceci pourrait s'expliquer par l'amélioration des conditions de pêche au port de Bejaia, la valorisation de l'espèce désormais destinée même à l'exportation, et les réparations effectuées sur certains navires (DPRH, 2007) auraient augmenté leurs capacités.

Certains auteurs ont démontré l'influence de l'effort de pêche sur les captures de crevette ; Slack – Smith (1967) signale que la destruction des fonds par chalutage provoquerait une diminution des captures, or dans la région de Bejaia, les chalutiers ne dispose que d'un très faible rayon d'action à cause de la nature accidentée des fonds, les patrons de pêche passent ainsi plusieurs fois dans les mêmes zones.

Cependant l'effort actif à lui seul ne peut expliquer convenablement ces variations, en effet Laurec et Le Guen (1981) affirment qu'il y aurait plusieurs causes qui pourraient jouer sur les captures et se combiner à l'effort :

- un même effort peut être déployé sur des zones et des moments choisis de façon plus ou moins efficace ;
- des interactions entre bateaux peuvent modifier leur efficacité (une compétition pourrait réduire la pression exercée sur le stock contrairement à une coopération ;
- l'abondance du stock car un même effort peut engendrer un taux de capture plus ou moins important, ceci est en relation avec la capturabilité car cette dernière diminue quand le stock s'accroît et augmente quand il se réduit ;
- la disponibilité peut être affectée par l'hydroclimat, comme l'a été démontré précédemment, d'une année à l'autre à effort égal, la mortalité par pêche peut alors varier.

III-5-2- Estimation du niveau d'exploitation :

III-5-2-1- Modèle de rendement global de Schaeffer (1954) :

Le modèle de Schaeffer a été appliqué à partir des données de l'effort et des captures annuels du tableau suivant :

Tableau N°18 : efforts et captures annuels de la crevette rouge de la région de Bejaia

années	production (tonnes)	f
2000	12,446	11
2001	8,658	12
2002	7,94	12
2003	13,328	11
2004	11,518	11
2005	29,076	12
2006	25,118	11

L'application du modèle de Schaeffer sur le stock de crevette rouge *Aristeus antennatus* de la baie de Bejaia, a permis de tracer la courbe de la figure N°16 de l'année 2000 à 2006 à partir des données du tableau N°18. Cette courbe représente la production de crevette par tonnes qu'atteindrait la flottille si elle utilisait un effort actif 'f' donné. Oliver (1983) souligne que ce modèle est utilisé au Maroc et en Espagne avec succès.

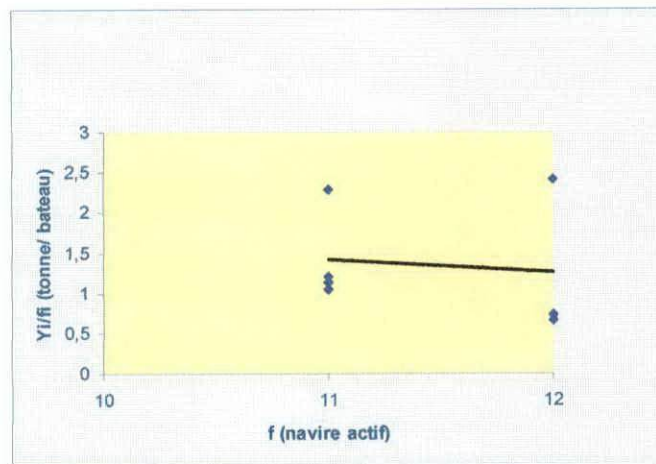


Figure N°15 : Droite de Schaeffer (1954) pour la crevette rouge de la région de Bejaia

Les différents résultats sont récapitulés dans le tableau ce dessous :

Tableau N° 19 : Résultats du modèle de Schaeffer (1954)

r	b	a	MSY (tonnes)	f(MSY)
0,1	-0,14	3,06496465	16,77	12

La figure N°16 suivante sert à déterminer le MSY et le f (MSY) graphique

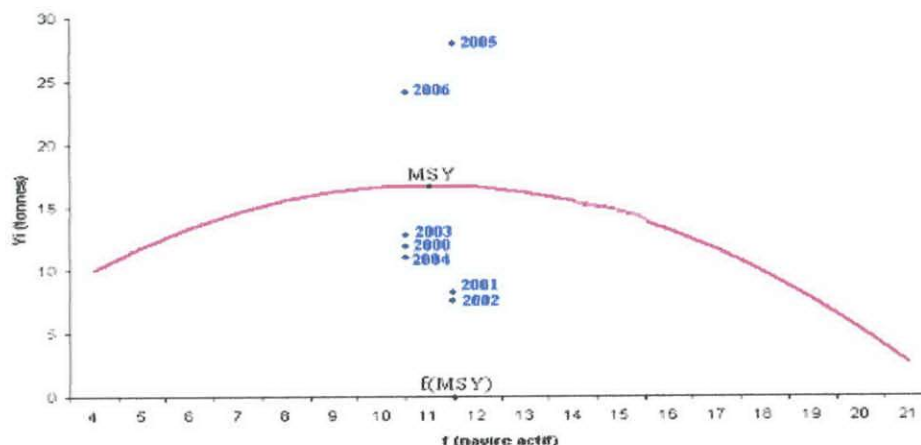


Figure N° 16: Courbe de Schaeffer (1954) pour la crevette rouge de la région de Bejaia

Discussion et interprétation :

Le MSY dans ce présent travail, est estimé à 16,77 tonnes, cette valeur a été définie par **Cadima (1977 in Korichi, 1988)** comme la valeur limite qu'atteint la biomasse d'un stock vierge quand elle augmente et qui est déterminé par la capacité biologique de l'écosystème dont il fait partie. **Gyuader (2000)** note que cette décroissance du volume de production soutenable lorsque l'effort de pêche dépasse ce seuil 'f (MSY)' résulte du fait que le niveau 'permanent' du stock exploitable est d'autant plus faible que l'effort de pêche est important. Le f(MSY) est estimé à 12 navires, ceci représente l'effort optimal, cependant il serait raisonnable de prendre une certaine marge de sécurité. En effet **Doubleday (in Chvance et Girardin, 1986)** a préconisé de limiter l'effort à 2/3 de l'effort correspondant à la prise maximale équilibrée, 8 bateaux dans le cas de cette présente étude. Cette précaution doit être prise dans la mesure où les débarquements ne représentent pas réellement les captures.

Effectivement **Laubier (2003)** admet que la précision de ces dernières doit prendre en compte les individus pris puis rejetés morts ou non débarqués.

Selon la courbe de la figure N°16, toutes les années sont situées à un seuil d'équilibre ou proche de l'équilibre avec une tendance vers la surexploitation. Néanmoins, malgré cet état, deux nouvelles unités de pêche ont été introduites au port de Bejaia pendant l'année 2007 (**DPRH, 2007**) ce qui pourrait éventuellement accentuer la surexploitation de la ressource due à l'augmentation de l'effort actif. Effectivement, **Gyuader (2000)** précise que la surpêche résulte toujours par définition de capacité de production excessive par rapport aux ressources disponibles. Néanmoins le fait que les chalutiers se déploient en fonction de la densité de la ressource (**Sardà, 2003**) notamment dans la région de Bejaia, les baisses de production semblent être systématiquement suivies par une diminution de l'effort, qui passe par un désarmement du chalut de fond et une réorientation du métier vers les espèces pélagiques.

De par ces résultats, on pourrait recommander une diminution de l'effort ciblant la crevette (navires armés de chalut de fond) et ce jusqu'à l'optimum préconisé qui est de 8 chalutiers, une augmentation du maillage serait aussi conseillé. En effet **Laubier (2003)** dénote qu'une réduction de l'effort et une augmentation du maillage entraîne dans l'immédiat une baisse des captures reconfortant la population. **Kurc et al.(1965)** soulignent qu'il est important de fixer un maillage moyen qui évite la surexploitation du stock de crevettes tout en permettant les meilleures captures d'individus de taille marchande. Par contre, la crevette rouge vivant à de grandes profondeurs (**Cartes, 1991**), on pourrait admettre que dans le golfe de Bejaia dont les fonds sont caractérisés par leur aspect très accidentés, une grande partie de stock ne serait pas sensible à l'engin de pêche. En effet, **Demestre et Leonart (1993)** notent qu'en Méditerranée occidentale, les stocks de crevette rouge ne sont pas surexploités n'étant pas accessibles à la flottille chalutière, ce qui pourrait fausser le schéma d'exploitation et donner une image de surexploitation car la plus grande partie du stock serait inaccessible.

Certaines critiques concernant l'effort de pêche choisi pour l'application du modèle de **Scheaffer (1954)** peuvent être émises car ce dernier, par manque de données, prend en considération tout l'effectif chalutier du port de Bejaia, alors que l'effort actif réel qui devrait servir à cette étude est représenté uniquement par les navires armés de chalut de fond.

Ce modèle nécessite de larges séries de captures et d'effort (**Rodriguez, 2003**), or on ne dispose que d'une série de 6 ans, au-delà, le modèle donne une pente positive ce qui ne permet pas son application. De plus, à partir l'année 1997, les statistiques officielles font référence aux captures par groupe d'espèces au niveau de la DPRH de Bejaia. Les statistiques de pêche prennent une importance primordiale dans l'application de ce modèle, car selon **Maurin (1980)**, elles doivent permettre d'obtenir une connaissance sûre de la production réelle et apporter avec précision les éléments indispensables à l'étude des stocks.

D'après **Laubier (2003)**, malgré le fait que ce modèle est simple et n'exige que des données élémentaires (captures totales sans avoir à déterminer la composition en taille ou en âge, et l'effort de pêche), étant global, il représente le stock uniquement par sa biomasse totale sans pour autant détailler cette dernière. En effet, selon **Chassot et Gascuel (2004)** ce type de modèle permet de décrire les variations de la biomasse totale en relation avec l'intensification de l'effort de pêche indépendamment des caractéristiques biologiques de l'espèce exploitée. Il serait donc nécessaire d'appliquer des modèles d'exploitation plus précis qui, selon **Sardà (2003)** devrait prendre en considération les aspects écologiques (recrutement, reproduction, âge etc...) pour assurer un aménagement optimal et approprié de la pêcherie.

III-5-2-2- Résultats et discussion du modèle de Jones (1983) :

Tableau N°20 : Application du modèle de Jones (1983) sur le stock de crevettes rouge et les différentes simulations effectuées

Simulations	BΔt (g)	YΔt (g)	B/Y	% gain Biomasse	% gain production
initial	1654,00431	2304,56402	0,71770812	0	0
F/2	2554,11118	2304,56402	1,10828389	54,4198622	0
F/3	3147,79259	2304,56402	1,36589505	90,31344567	0
F/4	3575,94503	2304,56402	1,55167962	116,199257	0
F/2 33mm	3118,94231	1926,72007	1,61878332	88,5691769	-16,39546343
Recrues*2	3308,00862	2304,56402	1,43541624	100	0

F/2 : Réduction de la mortalité par pêche par l'intermédiaire de la réduction de l'effort à moitié

F/3 : Réduction de la mortalité par pêche par l'intermédiaire de la réduction de l'effort à 3 fois

F/4 : Réduction de la mortalité par pêche par l'intermédiaire de la réduction de l'effort à 4 fois

F/2 33 mm : réduction de l'effort à moitié et augmentation du maillage à 33mm

Recrues*2 : recrutement doublé.

Discussion et interprétation :

L'application du modèle de Jones (Tableau N°20) indique, à première vue, une surexploitation du stock de crevette rouge de la région de Bejaia avec un indice de biomasse par production totales de $B/Y = 0,72$. Néanmoins, ceci n'englobe pas toute la population, en effet, en analysant la courbe de variations des biomasses et des productions en fonction des longueurs céphalothoraciques (Figure C1, annexe 4) on constate que la surpêche toucherait plutôt les classes de tailles intermédiaires [30 – 45] mm avec un indice de production qui dépasserait celui des biomasses accessibles, et les taux de mortalités par pêche les plus élevées. La mortalité naturelle demeure plus au moins stable, ce qui est conforme à l'hypothèse du modèle. Celle-ci est causée chez ces individus par la vieillesse, les maladies, la prédation etc... (Pauly, 1997), ou elle représente une image de l'insensibilité de l'espèce à l'engin de pêche, se trouvant en profondeur surtout chez les grands individus. Ceci induit une diminution brutale du nombre de survivant en fonction de la longueur (figure C1, annexe 4), ce qui représenterait un signe de surexploitation. En effet selon Laubier (2003), quand un stock est fortement exploité, la biomasse résiduelle est faible, et la contribution des recrues aux captures est importante. Ce schéma d'exploitation serait un danger pour le stock de crevette de la région de Bejaia. Pour remédier à ce problème et réaliser ainsi un bon plan d'aménagement de cette pêcherie, différentes simulations se basant sur le modèle de Jones (1986) ont été effectuées (Tableau N°20 ; Figure C2, annexe 4). Ces dernières nous amènent aux conclusions suivantes :

- une diminution de l'effort jusqu'à 4 fois induit une augmentation de la biomasse jusqu'à 116% conduisant ainsi le stock à un état proche de l'équilibre avec un indice de $B/Y = 1,55$. toutefois étant donné que l'objectif du pêcheur n'est pas de parvenir à une estimation d'abondance fiable mais être aussi efficace que possible (Laurec, 1993) cette solution n'est envisageable que si l'effort supprimé de la pêcherie crevette est orienté vers une autre activité (le pélagique) afin d'éviter les méfaits économiques ;

- la réduction de l'effort de moitié et l'augmentation du maillage à 33 mm (Figure Figure C2, annexe 4) qui selon Rodriguez (2003) représente la taille de recrutement permet d'augmenter la biomasse à 89% et de diminuer la production jusqu'à -16% notamment celle des petites classes de tailles. Néanmoins, la diminution de la biomasse est accompagnée par une augmentation des captures jusqu'à marquer une surexploitation des classes de tailles intermédiaires qui demeure toutefois moins importante que celle du schéma initial. Ceci ne représente pas un danger réel car ces individus sont déjà matures et sont supposés s'être reproduit au moins une fois dans leur vie. Guyader (2000) mentionne que la diminution de l'abondance d'une ressource peut également entraîner des mécanismes naturels de compensation qui peuvent accélérer la maturité sexuelle, accroître la fécondité et la probabilité de survie des œufs, larves et juvéniles. Cependant l'augmentation du maillage constitue une difficulté majeure dans la région de Bejaia, le plateau continental étant peu étendu, les chalutiers ne peuvent opérer dans les zones accidentées où se trouvent les grands individus. En effet, Sardà (2003) signale que les crevettes sont localisées tout au long des canyons sous – marins, ce qui les rend moins accessibles au chalut.

Le modèle de Jones, dans ce présent travail sous-estime le recrutement ainsi que les biomasses et les productions. Il ne donne qu'une schématisation de l'état d'exploitation. Afin d'avoir des résultats plus concrets, le modèle structurel de Thompson et Bell (1934) a été appliqué.

III-5-2-3- Résultats et discussion du modèle de Thompson et Bell (1934) :

Le recrutement utilisé pour l'application du modèle de Thompson et Bell (1934) est celui de Rodriguez (2003) qui est de $12371 \cdot 10^3$ individus.

Les résultats obtenus par l'application de cette méthode sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau N° 21 : Récapitulatif des résultats du modèle de Thompson et Bell (1934)

Simulations	BΔt (t)	Y Δt (t)	B/Y	% gain Biomasse	% gain production
initial	33,9558185	55,2754182	0,61430234	0	0
Rec. fort	95,5452122	81,974631	1,16554611	181%	48%
F/2	37,3101233	37,3101233	1,16554611	9,87%	-32,49
F 33mm	39,462448	32,370339	1,21909282	16,23%	-41,43%

Rec. Fort : Recrutement fort (addition des trois premières classes de taille).

F/2 : Réduction de la mortalité par pêche par l'intermédiaire de la réduction de l'effort de pêche à moitié.

F 33mm : Augmentation du maillage à 33 mm.

Discussion et interprétation :

Les différents résultats obtenus par l'application de ce modèle sur le stock de crevette rouge de la baie de Bejaia (Figure D1, annexe 4 ; tableau N°21) témoignent d'une surexploitation du stock d'*Aristeus antennatus* de cette région. Cet état est marqué chez les classes de tailles intermédiaires qui correspondent à l'âge II (D'après les résultats obtenus par l'application du modèle de Bathacharya (1967)) avec un rapport de biomasse par production de $B/Y = 0,54$ (Figure D1, annexe 4). Les productions ainsi que les biomasses sont très faibles chez les grands spécimens, ceci s'expliquerait par l'absence de ces derniers

dans l'échantillon ou leur faible effectif. Par contre elles sont élevées chez les classes de tailles moyennes ce qui pourrait s'expliquer par la structure de l'échantillon et la période d'échantillonnage car cette dernière influence de manière directe le déploiement de l'effort ainsi que le comportement de la crevette. En effet **Tudela et al. (2003 in Sardà, 2003)** soulignent que les études de capturabilité ont conduit à la conclusion que la crevette rouge prenait position parallèlement à la côte se rapprochant ainsi durant la période printanière ; période de prélèvement de l'échantillon dans ce présent travail ; ce qui les rend plus vulnérable à l'effort de pêche.

Le nombre de survivants diminue lentement chez les petites classes de taille et chute brutalement chez les individus de tailles intermédiaires [30 – 42] mm ce qui pourrait appuyer l'idée de surexploitation. Ceci se confirme par l'analyse de variation de taux d'exploitation en fonction des longueurs (Figure D1, annexe 4), ces derniers dénotant pour la plupart d'une surpêche.

Pour tenter de trouver des solutions, le modèle de Thompson et Bell (1934) permet d'effectuer diverses simulations :

- la réduction de l'effort à moitié (Tableau N°21) conduit à un stock qui serait en état d'équilibre avec un rapport de biomasses par production totales de $B/Y = 1,15$, ainsi que pour les classes de taille intermédiaire avec un rapport de $B/Y = 1,1$. Dans ce cas de figure, la biomasse augmenterait de 9,87%, toutefois, on noterait une diminution de la production de -32,49%, cette dernière pourrait être compensée, économiquement parlant, en réorientant l'effort vers d'autres espèces cibles notamment en désarmant les chaluts de fonds ;
- l'augmentation du maillage (tableau N°21) induit une augmentation de la biomasse jusqu'à 16%, néanmoins les productions se voient diminuer de -41,43% (figure D2, annexe 4). Ce cas de figure préserve les petites classes de taille. En effet, d'après **David et Watson (1992)**, vue la stratification spatiale par taille de la crevette, une fermeture spatiale devrait être utilisée pour protéger certains groupes de tailles. Cependant, il ne faudrait pas omettre l'état accidenté des fonds au golfe de Bejaia qui ne permet pas l'accès à la ressource sans contraintes notamment perte de l'engin ou accidents divers ;
- un recrutement fort permet d'apprécier un gain de biomasse important estimé à 181% ainsi qu'une augmentation de la production. Il serait donc de mise de protéger le stock reproducteur ainsi que les jeunes individus. **Courtney et al. (1991 in David et Watson, 1992)** préconisent une combinaison de fermeture spatiale et saisonnière qui pourrait permettre un meilleur isolement des spécimens petits et offrir ainsi une meilleur stratégie d'aménagement.

III-5-2-4- Résultats et discussions du modèle d'Analyse des Populations Virtuelles (VPA) :

La VPA utilisée est incluse dans le logiciel VIT 4 désigné par **Leonart et Salat (1997)**.

Les différents résultats de la VPA concernant l'âge et les longueurs sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau N°22a : Résultats de l'âge et de la longueur par la VPA

classe	Age minimal (An)	Age moyen (an)	Long. min. (cm)	Long. moy. (cm)	Poids minimal (g)	Poids moy. (g)	% mat.
1	1	1.451	2.139	2.652	0.261	0.504	1
2	2	2.309	3.22	3.487	0.851	1.082	1
3	3	3.388	4.028	4.2770	1.626	1.942	1
4	4	-	4.632	-	2.436	-	1

Les survivants du stock de crevette rouge en nombre d'individus et en poids ainsi que les mortalités totales Z et les mortalités par pêche F, et les captures des différents groupes d'âges sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau N°22b : Résultats des biomasses, captures et mortalités obtenus par la VPA

Age	Captures		Résultats VPA-nombre		Résultats VPA- poids		VPA-Mortalités		
	Captures en nombre	Captures en poids (g)	Nombre initial	Nombre moyen	Poids initial	Poids moyen	Z /an	F /an	E *
I	4096689	2065817	47365452	35702312	12371111	18003430	0.59	0.12	0.2
II	1945927 2	2106342 3	26131653	9529378	22236997	10314945	2.52	2.04	0.8
III	1024172	1988760	2098280	1137699	-	3410970	1.38	0.9	0.6
IV	-	-	-	-	-	-			
total	2458133	2511800 0	total	46369660	total	30528108			
Age moy	2.211 ans			1.675	SSB	21526393			
L. moy	3.381 cm			2.864					

Le taux d'exploitation est calculé à partir de la relation : $E = F/Z$ (Pauly, 1984)

Tableau N°22c : Age et taille critiques du stock de crevette rouge de la région de Bejaia

	Age critique (an)	Taille critique (cm)
Stock actuel	2	3.22
Stock vierge	0	0.696

Le tableau ci-suit représente les entrées (gains) et les sorties (pertes) du stock d'*Aristeus antennatus* de la région étudiée

Tableau N°22d : Entrées et sorties du stock de crevette rouge de la région de Bejaia :

		Biomasse (g)	Pourcentage
Entrées	Recrutement	12371110.5	31,11%
	Croissance	27400381.1	68,89%
Sorties	Mortalité naturelle	14653491.6	36,84%
	Mortalité par pêche	25118000	63,16%

R/B (moyen)	40,52
D/B(moyen)	130,28
B(max)/B(moyen)	72,84
B(max)/D	55,91

R : recrutement en biomasse (g) qui est égal à 12371110.5g
 B moy : Biomasse moyenne (g) qui est égale à 30528108 g
 B max : biomasse totale maximale (g)
 D : biomasse totale équilibrée (g) qui est estimée à 39771492 g
 D/B : Turne over ou taux de renouvellement.

Discussion et interprétation :

Selon les résultats précédents (tableau N°22 a,b,c,d) concernant la crevette rouge *Aristeus antennatus* de la région de Bejaia, les captures totales en nombre atteindraient plus de 24 millions d'individus pour un poids total de 25 tonnes, ce poids faible par rapport aux captures en nombre pourrait être expliqué par un biais concernant les données, car en dépit de son efficacité, la VPA nécessite plusieurs paramètres qui peuvent être difficiles à déterminer. Effectivement, Gascuel et al. (2002) la décrivent comme une méthode statistiquement performante mais gourmande qui ne facilite pas forcément le travail pour une seule personne concernant la mesure du paramètre poids.

L'âge moyen de la population capturée est estimé à 2.2 ans ce qui à priori, ne constituerait pas un danger pour le stock vu que l'âge de première maturité a déjà été atteint.

La taille moyenne de capture 33.81 mm correspondrait à la taille minimale préconisée lors de l'application des modèles structuraux (Jones, 1983 et Thompson et Bell, 1934). La proportion capturée (24 millions d'individus) ne toucherait que 50% du stock accessible, ce dernier étant estimé à 47 millions d'individus ayant un âge moyen de 1.7 an, ceci signifie qu'une grande partie de la population accessible échappe à l'engin de pêche.

A première vue, ces résultats ne dénotent pas d'un danger quelconque pour le stock. Nonobstant, en analysant les taux d'exploitation calculés à partir des taux de mortalités totale et par pêche, les classe d'âges moyens (2 ans) semblent être largement surexploitées avec un taux d'exploitation de 0.81, alors que les jeunes individus (âge I) semblent être nettement sous exploités ($E=0.2$), ces résultats ne signifieraient pas en réalité un état de surexploitation nette. En effet, les individus sont pleinement exploités à leur âge critique qui est selon les données du modèle VPA du présent travail, estimé à 2 ans, et ceux n'ayant pas encore atteint cet âge mais pouvant se reproduire sont supposés échapper à l'engin de pêche.

Le taux de renouvellement estimé à 130.28 signifie l'aptitude de la population à se renouveler, ce chiffre se traduit par une bonne capacité du stock à compenser les pertes subies notamment par la mortalité par pêche car les captures en poids sont estimées à 25 tonnes alors que la biomasse totale équilibrée accessible serait de 39 tonnes. Le renouvellement est assuré en grande partie par la croissance avec un pourcentage de 69% et le recrutement n'atteindrait que 31%, ce faible taux pourrait s'expliquer par l'inaccessibilité de cette tranche d'individus. En effet Cartes (1991) souligne que la distribution verticale des petits spécimens de crevette permet de dire que la fraction jeune n'est pas accessible à la pêcherie chalutière commerciale. Selon Laubier (2003), outre le fait de la biomasse parentale, le recrutement est un processus

très dépendant de l'environnement physique et biotique dans lequel se déroule la phase larvaire, celui-ci est donc très imprévisible. Ce faible taux de participation des recrues au renouvellement pourrait aussi être l'effet d'une surexploitation, cette dernière est définie selon **Boncoeur et al. (2005)** comme étant une situation où trop d'individus sont prélevés sur le stock au regard de sa capacité de renouvellement.

Tous les modèles d'exploitation précédemment appliqués (Schaeffer, 1954 ; Jones, 1983 ; Thompson et Bell, 1934 ; et la VPA) mènent à conclure sur un état de pleine exploitation du stock et une éventuelle sur exploitation des classes d'âge intermédiaires à quelques différences près concernant quelques paramètres tels que le recrutement. Selon **Fonteneau et Bard (1993 in Guyader, 2000)** ces divergences pourraient être expliquées par l'inadaptation de la structure des modèles utilisés. Certains auteurs notent la difficulté de détermination de ces paramètres, en effet **Sigurd et Bjarte (1997)** soulignent que la réponse à la quantité de biomasse réelle d'une ressource existante en mer est délicate à cerner à cause des différents problèmes en rapport avec les mesures de la taille du stock et la structure de la population.

Les résultats de la VPA serviront à l'application du modèle bioéconomique MEFISTO (**Leonart et al., 2003**).

III-6 Étude socio économique :

III-6-1- Analyse des données économiques :

III-6-1-1- Etat civil de l'armateur :

Au niveau du port de Bejaia :

- 83% des armateurs de chalutiers échantillonnés ont un âge compris entre 45 et 54 ans, alors qu'une proportion de 17% est âgée de plus de 55 ans ;
- 17% des armateurs ont une expérience qui n'atteint que 5 années, 16% a plus de 46 ans d'activité dans le domaine, alors que la plupart (67%) a exercé pendant une période allant de 15 à 20 années dans l'activité de pêche ;
- 64% sont diplômés, et le reste ne possède aucun diplôme à son actif.

Sur l'ensemble de la population d'armateurs échantillonnés dans la région de Bejaia au nombre de 6, 83% a un âge inférieur à 55 ans et le reste de la population est âgée de plus de 50 ans. La proportion des mariés est de 83% dont 20% ayant moins de 2 enfants à charge, 40% s'occupant de 2 enfants au moins et 40% ayant plus de 3 enfants dont la moitié avec 8 enfants.

Rapporté au niveau d'instruction, 3/5 de la première classe d'âge des armateurs de chalutiers de la région de Bejaia (moins de 50 ans) a un niveau moyen d'instruction possédant un diplôme ayant ou pas un rapport avec l'activité de pêche. Alors que l'ensemble de la population âgée de plus de 55 ans est diplômé ayant atteint un niveau d'instruction secondaire. 25% de l'effectif diplômé a moins de 5 ans d'expérience dans le domaine de la pêche, alors que 50% a exercé pendant plus de 15 ans dans le métier, et 25% atteignant jusqu'à 46 ans d'expérience dans le domaine. La catégorie des non diplômés possède à son actif 100% de la population avec plus de 15 ans d'expérience.

Concernant l'assurance, la majorité (83%) des interviewés est assurée alors que 17% ne le sont pas. Par ailleurs, sur l'ensemble des armateurs qui ont fait l'objet de l'enquête, aucun n'embarque sur son navire.

Interprétation :

Dans la région de Bejaia, la population d'armateurs de chalutier semble être majoritairement d'âge moyen, ayant une famille à charge peu nombreuse en moyenne, ce qui dénoterait d'une certaine maturité, et une plus grande aptitude à assumer les responsabilités que nécessite l'activité de pêche.

Les armateurs sont pour la plupart assurés (assurance personnelle) en raison des risques de ce métier. Toutefois, l'assurance personnelle du propriétaire peut parfois être comprise dans celle du navire ou de l'équipage si ce dernier embarque avec eux ou en fait partie.

Le niveau d'instruction, autour de cette activité, relève du moyen dans la région. Cependant, que l'armateur soit diplômé ou pas, l'expérience semble prendre plus d'importance que l'instruction, reliée plutôt à l'âge qu'à la formation, elle s'avère être l'outil principal de cette dernière dans la région de Bejaia car ce métier exige une certaine maturité et un savoir faire indéniable dans la gestion des bateaux.

III-6-1-2- Bateau :

L'ensemble des bateaux appartenant à la population des armateurs échantillonnés accoste dans le port de pêche de Bejaia, sur cet effectif de chalutiers, la moitié présente une longueur comprise entre 20 et 22 m, et 50% ont des longueurs allant de 16 à 18 m, dont 2/3 ont une puissance inférieure à 450 CV, alors que 67 % du nombre total présentent des puissances supérieures à 450 CV. Les bateaux âgés de moins de 17 ans représentent un pourcentage de 50% alors que la catégorie la plus âgée atteint 31 ans d'âge de construction. 100% de cette flottille est armée de chalut, tous équipés de matériel de base nécessaire à la pêche (sonar, GPS, boussole) alors que 50% est munie de technologie sophistiqué (ordinateur de bord, échosondeur...), la totalité des bateaux de cette catégorie appartiennent à un armateur possédant plus d'un navire.

80% des bateaux sont assurés dont la moitié comprend l'armateur et l'équipage. 100% des chalutiers effectuent plus de 20 jours de sortie en mer par mois dont 80% reste en moyenne 16 heures en mer et 20% dont les sorties journalières durent moins de 14 heures.

Interprétation :

Suivant la classification effectuée auparavant (Tableau N°5) et selon les résultats précédents de l'enquête, la flottille chalutière de Bejaia est caractérisée par une grande puissance en moyenne, et des longueurs de bateaux importantes. Ces derniers ne sont en majorité pas assurés, ce qui constitue un risque important vu la période passée en mer. Effectivement durant l'enquête dans le port de pêche de Bejaia, plusieurs chalutiers ont déjà perdu un engin à cause des aléas climatique et de la nature très accidentée des fonds.

Ces résultats font apparaître aussi que les armateurs du port de Bejaia investissent en nombre de bateau et en matériels technologiques avancés pour augmenter la production, plus qu'ils n'accroissent l'effort total (nombre de jours passés en mer).

III-6-1-3- Equipage :

Concernant l'équipage, l'enquête socioéconomique au port de Bejaia aboutit aux résultats suivants (figure N°17) :

- 67% des armateurs embarquent dans leurs bateaux 9 membres et le reste des propriétaires n'engagent qu'un effectif de 7 personnes sur leur navire. L'ensemble de l'équipage est moyennement âgé de 30 à 35 ans ;

- 83% des bateaux n'embarquent à leur bord qu'un seul patron de pêche alors qu'une tranche de 17% engage 2 patrons en mer. La totalité des patrons possède un diplôme en rapport avec l'activité, dont 34% présente une expérience de 25 à 35 ans avec un niveau scolaire moyen, 33% atteint 20 à 23 ans d'activité dans le domaine ayant aussi un niveau scolaire moyen et le reste n'ont que 8 à 10 ans d'expérience toutefois ayant suivi des études post secondaires ;
- l'ensemble des bateaux n'embarque qu'un seul mécanicien à leur bord. Au port de Bejaia, l'effectif des mécaniciens comprend 34% dont l'expérience moyenne atteint 20 ans, 33% a travaillé 12 ans au moins dans le domaine et le reste a déjà 10 ans à son actif. L'ensemble des mécaniciens a un niveau scolaire moyen et possède un diplôme en rapport avec l'activité ;
- la totalité de l'équipage a un niveau scolaire moyen dont seulement 14% est diplômée. Tout l'effectif diplômé embarque dans un seul bateau qui ne prend avec lui que 5 marins pêcheurs. Alors que la plupart des navires prennent 7 marins à leur bord sur l'ensemble des marins pêcheurs, 34% a une expérience supérieure à 10 ans, 33% a déjà travaillé 7 ans au moins et le reste n'atteint que 5 ans dans le domaine. 20% des marins pêcheurs pensent qu'il est bénéfique d'adhérer à une association de pêche quelconque ;
- le système de rémunération au port de Bejaia, est celui de part. 80% des armateurs se réservent la moitié des revenus totaux et l'autre moitié sera partagé en 3 parties dont 4 parts destinées au patron, deux au mécanicien et 1 pour chaque marin, 20% des armateurs s'offrent la même proportion (50%) et en désignent 29% au patron, 5% au marin et 16% aux mécaniciens ;
- au port de pêche de Bejaia, 100% de l'équipage est assuré.

La figure suivante représente différentes données obtenues à partir de l'enquête socioéconomique.

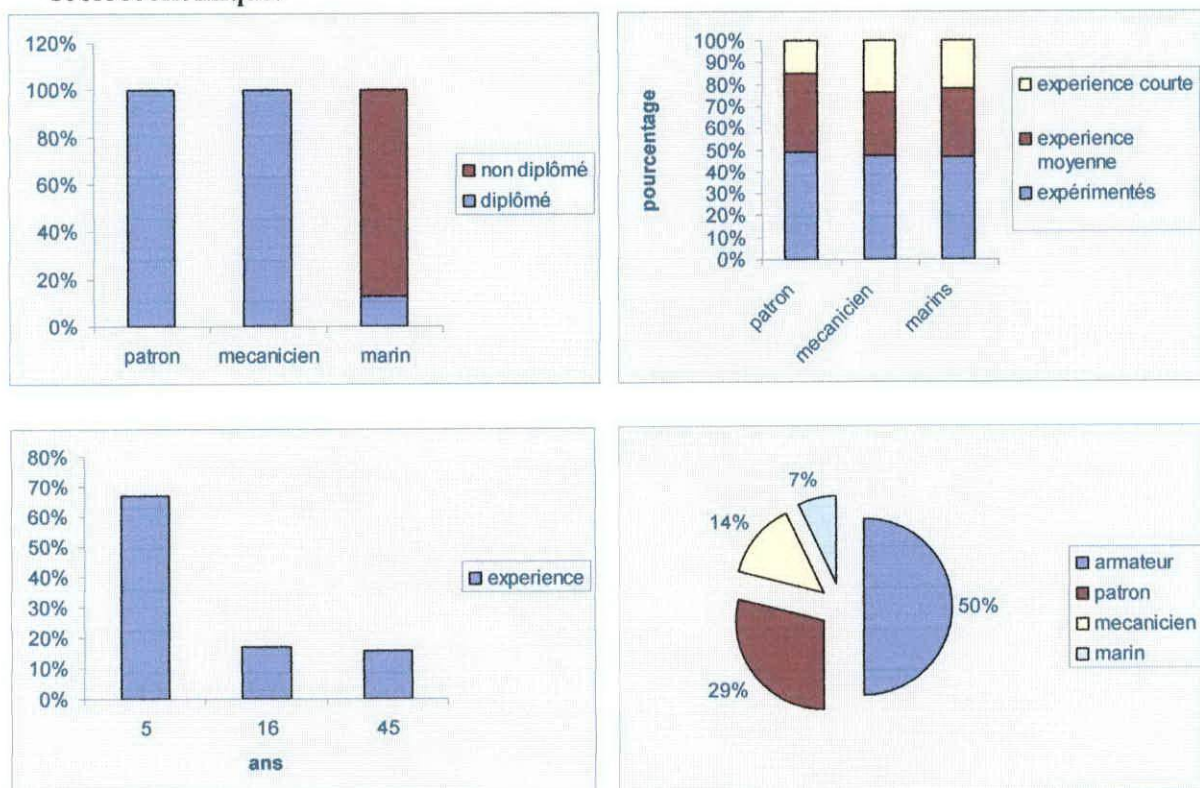


Figure N°17 : Résultats de l'enquête socio-économique au port de Bejaia

Interprétation :

Dans la région concernée par cette présente étude, l'armateur se base dans son choix des marins pêcheurs sur l'expérience, qui est moyenne dans cette région, plutôt qu'à l'instruction et au nombre. Car l'exercice de l'activité de pêche elle-même, demande un certain savoir faire, une certaine agilité et force.

Par contre la formation du patron et du mécanicien prend la même importance que leur expérience ceci semble logique car la maîtrise dans le domaine technique nécessite un certain savoir faire qui ne découle pas forcément que de l'expérience.

Tout cet effectif a une assurance comprise dans celle du bateau car ceci constitue une obligation pour toute personne embarquant à bord.

Le système de rémunération par part est le même que celui rencontré dans la plupart de ports de pêche algériens, avec un partage des gains ultérieur au paiement des coûts variables journaliers (consommation de glace, de carburants, petites réparations etc....).

III-6-1-4- Appréciation de la rentabilité :

La compilation des données sur les coûts et les recettes des armateurs interviewés, nous a permis d'apprécier la rentabilité des chalutiers pour l'année 2006. Sur la base de ces données, une moyenne a été faite.

Les résultats concernant le profit de la catégorie chalutière classée 3^{ème} dans le port de Bejaia, dite puissante (Tableau N°5), sont résumés dans le tableau qui suit :

Tableau N° 23: compte de résultats de la 3^{ème} catégorie (puissante) de chalutiers au port de Bejaia.

Désignation		Coûts	Montant en DA
Investissement moyen			12.333.333,4
Chiffre d'affaires BRUTE			16.946.667
FRAIS COMMUNS	Consommation de carburant		3.659.169,33
	Glace		48000
	Autres coûts journaliers		188.000
	TOTAL FRAIS COMMUNS		3.701.530,12
Reste à répartir			13.159.497,3
Coûts du travail : 50% du montant à répartir			6.579.748,67
Part qui revient à l'armateur : 50% du montant à répartir			6.579.748,67
Dépenses annuelles Supportées uniquement par l'armateur	Coûts annuels variables	Réparations	509.000
	Coûts annuels fixes	Assurance corps	150.000
		Assurance équipage	104.000
		Taxe sur l'activité professionnelle (TAP)	0
		Rôle	20.000
		EGPAP	6000
		Impôts sur le revenu global (IRG)	0
Coût d'opportunité			308.333,34
Profit brut estimé			5.790.748,68
Amortissement			493333,336
Profit net estimé			5297415,34

Interprétation :

Selon **Raimbault (1996)**, le compte de résultats concerne les résultats financiers de l'activité pendant l'exercice social qui vient de se terminer. Ce dernier correspond à la période qui s'étend entre l'ouverture et la clôture des comptes.

- l'investissement moyen, dans le présent travail, résulte du calcul de la moyenne de tous les navires appartenant à la catégorie 3 par la classification moyennant le coefficient K de **Ben Aley (1966)** pour l'année 2006. Cette unité constitue la valeur actuelle de tout le navire comprenant le nouveau matériel, ainsi que tous les équipements y sont présents. Ce résultat est estimé à environ 12 millions de dinars, ce résultat semble assez cohérent car malgré l'âge moyen des bateaux appartenant à cette catégorie (16 ans) plusieurs changements leur ont été instaurés, notamment l'installation de nouveau matériel, l'achat de nouveaux engins, réparations ou changement de motorisation etc. ... ;
- le chiffre d'affaire brute est la valeur total obtenue par la réalisation de l'activité de pêche, il représente une valeur moyenne de l'ensemble des chalutiers de la catégorie de grande puissance, estimé par chaque armateur échantillonné, dans ce présent travail, ce chiffre est estimé à 16.946.667 dinars algériens pour l'année 2006. Cette valeur pourrait être sous-estimée par les armateurs ayant une certaine appréhension à répondre aux questions ;
- le profit brut représente les revenus totaux après soustraction des coûts d'exploitation. D'après **Zeghdoudi (2006)**, ceci peut inclure les coûts salariaux, les coûts variables associés à l'activité de pêche, les coûts fixes annuels et le coût d'opportunité. Dans le tableau précédent, ce chiffre est positif il est estimé à environ 6 million de dinars algériens ;
- le profit net estimé exprime la valeur perçue par l'armateur après soustraction de toutes les dépenses et les coûts concernant le navire, cette valeur est annuelle. Ce chiffre dénote, dans le présent travail, que les entreprises de pêche chalutières crevettières du port de Bejaia (catégorie 3) sont bénéficiaires, ceci reflète la rentabilité de la pêcherie. Ce profit est positif, et il est estimé à 4,5 millions de dinars algériens, ceci est un signe que la pêcherie est rentable. En effet, d'après **Maouel (2003)**, une pêcherie pour être rentable devrait avoir un profit net supérieur à zéro. Malgré ce chiffre, l'investissement reste très faible concernant la crevette, et ce a cause des risques accourus par ce type de pêche, notamment causés par la natures des fonds qui caractérisent la baie de Bejaia, mais aussi, la faible consommation locale de cette espèce et le faible pouvoir d'achat du consommateur local, par rapport à des prix de deuxième vente très important.

Catanzano et Mesnil (1995) citent les risques de l'investissement dans le secteur de la pêche comme suit :

- diminution dans l'abondance et dans les prix ;
- fermetures des régions, Quotas, marchés internationaux, et accès restreint aux capitaux et aux facteurs de production ;
- instabilités des inputs (entrées), dans l'effort, décision de la gestion etc.... ;
- perte de cohésion sociale, insuffisance des structures sociales etc.... ;
- mode de paiement (Système de part) ;
- dégâts à l'environnement par les effets en dehors du secteur de pêche ;
- compétition pour l'appropriation de l'espace maritime ;
- innovations technologiques et changements dans les stratégies de pêche.

III-6-2- Détermination de l'effort correspondant à l'optimum économique:

Les données du tableau suivant ont servi pour le calcul du MEY et de l'optimum économique, ces derniers résultats sont reportés sur la figure N°18 :

Tableau N°24 : Données des productions annuelles totales de crevette rouge, prix unitaires moyen annuels et effort de pêche au port de Bejaia

Année	Production/ tonnes	prix gros (DA/kg)	f
2001	8,658	487,5	12
2002	7,94	445	12
2003	13,328	533	11
2004	11,518	1000	11
2005	29,076	1215	12
2006	25,118	Début : 600	11

Les différents résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau N°25 : Récapitulatif des résultats économiques

b	a	MEY (DA)	f(MEY)
-85,79	1745,31	8876,67	11

(b) : pente

(a) : ordonnée à l'origine

La figure suivante schématise l'évolution des conditions économiques d'exploitation de la pêcherie de Bejaia, mettant l'accent sur le MEY et le MSY

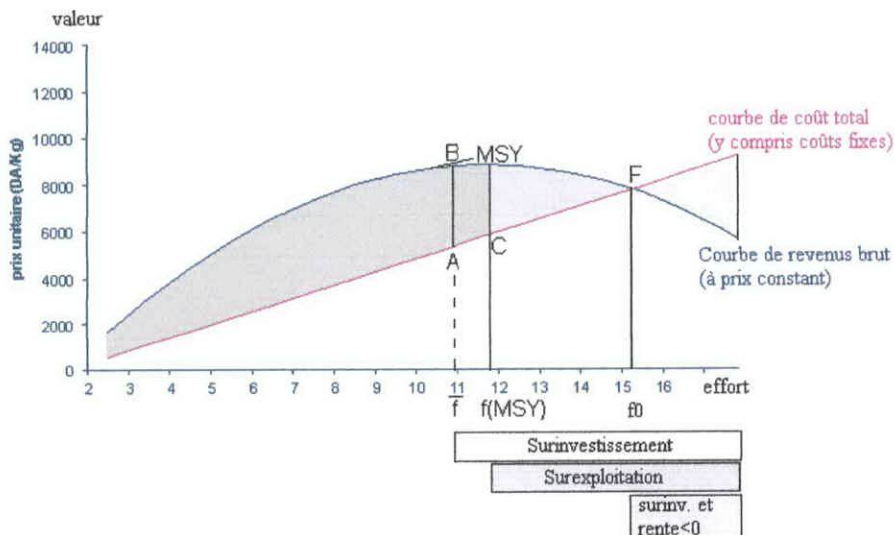


Figure N°18 : Représentation schématique de la dissipation du surplus biologique et économique dans la région de Bejaia concernant la pêche à la crevette.

Discussion et interprétation :

AB correspond à la situation de rente maximale. Pour des niveaux d'effort supérieur à \bar{f} qui est de 11 navires, la rente économique diminue menant à une situation de surinvestissement qui se traduit en économie par l'existence de surcoûts dus à la mise en œuvre d'un volume de facteurs trop important au regard des marchés (Gilly, 1989). Cette rente reste positive (aire 0BACF) et s'annule en F, pour un effort f_0 de 15 navires. Au niveau de l'effort correspondant au MSY ($f=12$) (Maximum biologique de production) calculé par le modèle de Schaeffer (1954), la rente CMSY est inférieure à la rente maximale. Au delà de \bar{f} (MSY) la pêcherie est en surexploitation (Baumann, 1993). Cette dernière est une contrainte ayant des conséquences économiques et sociales importantes. En effet, selon Gilly (1989) en l'absence de mécanisme de régulation, le nombre de pêcheurs et leur efficacité auront tendance à croître de telle manière que chacun d'entre eux essaye d'obtenir une part plus importante de la richesse créée sur la pêcherie (surplus des producteurs). Ils dépasseront alors la valeur du MEY (B) qui correspond à l'optimum économique au-delà duquel, le pêcheur réalise toujours un certain taux de bénéfices mais ces derniers diminuent au fur et à mesure que l'on s'éloigne du MEY et de l'effort correspondant.

Selon Boncoeur et al. (2005), les ressources halieutiques sont à la fois renouvelables et communes, la combinaison de ces deux propriétés entraîne des effets importants sur le plan économique. La situation au port de Bejaia reste dans la limite de rentabilité avec 12 bateaux en 2006, toutefois, ceci pourrait s'inverser en 2007 avec l'introduction de deux nouvelles unités de pêche (DPRH, 2007). Cependant, la flottille chalutière ne pêchant pas dans sa totalité la crevette, le danger semble être évité. En effet, un mécanisme d'auto régulation existerait dans cette pêcherie. Effectivement, selon Baumann (1993), les pêcheurs tiennent à se prémunir contre les risques écologiques (d'une baisse de production) et économiques (d'une baisse de l'autoconsommation et du pouvoir d'achat) ce qui est constaté dans la région d'étude, à savoir, le changement d'activité (ciblant ainsi le pélagique) dès que les productions de crevette commencent à diminuer. Selon Guyader (2000), la réalisation de l'optimum économique passe en général par la réduction du niveau d'exploitation. Cette hypothèse est appuyée par le fait que sur la totalité des armateurs questionnés, tous ne semblent pas avoir une activité fixe, ciblant soit le pélagique ou les espèces de fond dont la crevette. Afin de mieux comprendre les interactions existant entre facteurs économiques et biologiques, et l'impact de différentes stratégies d'aménagement sur le stock biologique de crevette rouge et l'économie de la région de Bejaia concernant l'activité chalutière crevettière, un modèle bioéconomique MEFISTO a été appliqué.

III-7- Étude bioéconomique :

III-7-1- Résultats et discussions du MEFISTO (Leonart et al., 2003) :

Les différentes simulations ont été effectuées en se basant sur l'unité de temps d'une année pour une projection de 15 ans prenant comme année de référence l'année 2006.

En addition au scénario de base, différents scénarios ont été proposés notamment :

- scénario 1 : diminution de l'effort de pêche de 14 h/jour à 13 h/jour et subvention du gasoil qui passe de 13.70 DA le litre à 12 DA le litre ;
- scénario 2 : augmentation de l'effort nominal à 17h/jour et 200 jours/an (nombre de jours initial moyen est de 188 jours/an), augmentation du prix du fuel (14 DA/litre) et augmentation du prix unitaire de la crevette rouge sur le marché (de 600 DA à 800 DA) et introduire un nouveau bateau. Ces changements seront introduits à la 4^{ème} année ;

- scénario 3 : augmentation de l'effort nominal à 17h/jour et 200 jours/an (nombre de jours initial moyen est de 188 jours/an), augmentation du prix du fuel (14 DA/litre) et augmentation du prix unitaire de la crevette rouge sur le marché de gros (de 600 DA à 800 DA/kg). Ces changements seront introduits à la 4^{ème} année.

L'analyse se basera donc sur les projections des indicateurs sélectionnés : captures, profits, mortalités par pêche, biomasses et biomasses parentales. Ces simulations, selon **Thébaud et al. (2001)** permettent en particulier, de montrer le rôle des hypothèses sur la dynamique biologique des peuplements concernés dans la détermination de cet « effet réserve » économique.

Les données stock/recrutement ont été obtenues à partir de la VPA par le programme VIT 4 (**Leonart et Salat, 1997**). Les données économiques ont été obtenues via des questionnaires adressés aux armateurs (voir annexes), ces données ont été calculées par la suite en divisant la flottille chalutière en trois catégories.

La figure E1 (voir annexe 5) montre les conditions initiales de la pêcherie pour une projection de 15 ans sans aucune mesure d'aménagement. Ce scénario montre que la pêcherie de crevette rouge de la région de Bejaia n'est pas spécifiquement aménagée, en effet la biomasse augmente à la 4^{ème} année, et les captures diminuent, ce qui serait dû à la diminution de la mortalité par pêche, conditionnée par une diminution de l'effort (de 38000 h/an à 36000h/an), ce qui implique une diminution des coûts totaux en DA. Les productions augmentent par la suite pour atteindre un niveau plus au moins stable proche de celui de l'année de référence (2006), accompagné par une augmentation de l'effort. Effectivement, selon **Maynou et al. (2006)**, la pêcherie crevettière en méditerranée étant très lucrative, il y aurait une forte tendance à augmenter l'effort ce qui peut mener à une surexploitation, ou tout bonnement expliquer la diminution de la biomasse.

Les biomasses moyennes demeurent supérieures aux productions ce qui éloigne l'hypothèse de surexploitation. Ce ci n'est pas le cas concernant le stock reproducteur (SSB) qui semble être surexploité. L'effort actif reste constant durant les 15 années de simulation. Cette pêcherie, à première vue, semble ne pas être rentable, car les profits nets sont à un niveau négatif. Toutefois, le présent travail, ne concernant que la crevette rouge n'a pris en compte que cette dernière et les espèces accessoires l'accompagnant, or la flottille chalutière de la région de Bejaia étant constituée de 14 chalutiers, cible aussi le poisson pélagique en grande partie, et dont les données n'ont pas été introduites lors de l'application, ce qui pourrait donner une fausse image de la rentabilité de la pêcherie.

La diminution de l'effort à 13 h/jour et la subvention du gasoil par l'état (12 DA le litre) à la 4^{ème} année entraîne une diminution progressive des biomasses moyennes et du stock géniteur avec des valeurs qui demeurent, toutefois, supérieures aux productions (figure E2, annexe 5). Cette marge de différence marque un certain niveau de sécurité en rapport avec l'état d'exploitation du stock.

D'un point de vue économique, les profits atteignent des valeurs nettement supérieures à celle du scénario de base, cependant, elles restent constantes à partir de la 4^{ème} année. Ce scénario semble être bénéfique au pêcheur marquant un gain de 4 million de Dinars Algérien pour l'ensemble de la pêcherie, ainsi que pour le stock. Nonobstant, à plus long terme, le fait de la diminution des biomasses peut constituer un danger. De plus, d'après **Nixon (1997)**, les subventions dans l'industrie de la pêche dans le monde, que ce soit pour des raisons politiques ou sociales, a eu pour résultats un appauvrissement des stocks et des pertes financières publiques et privées. Selon **Catin (1985 in Guyader, 2000)**, l'accroissement de la capacité de prélèvement donne lieu à des situations d'encombrement de surcapacité chronique en facteur entropique ou encore la surexploitation des ressources. Néanmoins, d'après les

résultats précédents, le danger de surexploitation éventuelle semble être éloigné à plus long terme, car la projection sur 15 ans ne montre pas d'effet négatif.

Les scénarios 2 (Figure E3, annexe 5) et 3 (Figure E4, annexe 5) montrent les effets d'une augmentation de l'effort sur le stock de crevette rouge, cette dernière ne semble pas avoir un effet négatif biologiquement parlant car bien qu'à court terme, la biomasse et le stock reproducteur marquent une diminution brusque à partir de la 4^{ème} année, cette diminution se fait plus lente par la suite, et elle est accompagnée par une stabilisation des productions. Ces mesures sont accompagnées par une augmentation du prix du gasoil ce qui régit l'exploitation et oblige les pêcheurs à prendre la précaution de contrôler les coûts, ces derniers augmentent brusquement lors de la 4^{ème} année et se stabilisent par la suite. En effet selon **Maynou et al. (2006)**, pour chaque navire, une augmentation de l'effort de pêche 'f', accompagné d'une augmentation possible de la capturabilité 'q' sera le résultat de l'augmentation de la mortalité par pêche 'F', mais augmentera aussi les coûts de pêche. Les profits marqués sont positifs, ils auront augmenté lors de la 4^{ème} année brusquement pour atteindre une valeur constante pendant les années à venir, ceci serait dû à l'augmentation du prix unitaire.

Le scénario 3 connaît une diminution pas très bien marquée des productions, selon **Maynou et al. (2006)**, même si ces dernières marquaient une décroissance nette, la pêcherie peut subsister à court terme, économiquement parlant grâce à la valorisation de la ressource. Les deux derniers scénarios à la différence près de l'introduction éventuelle d'un nouveau bateau dans le cadre de l'investissement, semblent être les plus appropriés bien qu'il ne prenne pas en compte le consommateur et le pouvoir d'achat. De plus ces deux derniers cas de figure peuvent avoir l'inefficacité pour effet à long terme. Effectivement, **Boncoeur et al. (2005)** notent que cette dernière signifie une surcapacité et donc la mobilisation de trop de moyens pour la capture d'un stock donné, ou à plus long terme la surexploitation de croissance et de recrutement d'un point de vue purement halieutique (**Laurec et Le Guen, 1981**). Selon **Nixon (1997)**, la capacité excessive et la surcapitalisation d'un bon nombre de flottilles de pêche du monde sont responsables de la surpêche.

Malgré l'efficacité des modèles bioéconomiques notamment le fait de pouvoir prédire les évolutions d'un système sous l'effet de différents mécanismes, endogènes ou non, qui l'affectent (**Gilly, 1989**), et le fait qu'ils mettent l'accent sur l'interdépendance des facteurs économiques et biologiques dans le secteur de la pêche (**Rey et Le Burn, 1986**), certaines critiques peuvent être émises notamment concernant la portée pratique qui est toutefois limité par plusieurs facteurs, car ce type de modèle a tendance à sacrifier le réalisme des hypothèses au souci de l'élégance formelle (**Boncoeur et al., 2005**) une autre difficulté de ce genre de modèle réside dans la détermination de beaucoup de paramètres.

CONCLUSION

Conclusion

Au terme de ce présent travail relatif à l'analyse des aspects bioéconomiques et dynamiques de la pêcherie chalutière crevettière du port de Bejaia, un certain nombre de conclusions ont été tirées :

- L'analyse biologique du stock de crevette rouge de la région de Bejaia montre qu'il est caractérisé par une isométrie de croissance, cette dernière est rapide, atteignant un âge de 4 ans. La partie accessible de ce stock est essentiellement composée de femelles matures d'un âge moyen subissant des mortalités peu élevées et qui sont liées à l'effort et aux paramètres environnementaux.

- L'analyse de la situation de stock par diverses approches montre une situation proche de l'équilibre (modèle globale de Schaeffer, 1954). Tandis que l'analyse structurale plus précise (VPA ; Jones, 1983 ; Thompson et Bell, 1934) montre une situation critique de surexploitation pour les groupes d'âge intermédiaire qui constituent le stock reproducteur.

Ceci ne constitue pas un danger réel. Néanmoins, à long terme, il faudra envisager une autre stratégie d'aménagement ; car la pression exercée sur cette proportion du stock de crevette rouge, peut s'avérer fatale pour cette dernière ; à savoir, préconiser une combinaison de fermeture spatiale et saisonnière qui pourrait permettre au stock géniteur de se reproduire et de se reposer. Cette fermeture serait accompagnée de la réorientation momentanée des chalutiers ciblés vers l'activité pélagique pour compenser les éventuelles pertes économiques.

- L'étude socioéconomique révèle que les armateurs de chalutiers du port de Bejaia adoptent une stratégie de rigidités socioprofessionnelles (expérience et compétences physiques) et techniques (nouvelles technologies) pour augmenter les rendements, ce qui permet une bonne appréciation de la rentabilité de l'activité de pêche chalutière dans la région et qui se situerait aux alentours de l'optimum économique.

- La modélisation bioéconomique révèle que certaines mesures devraient être préconisées pour ainsi viser une nouvelle stratégie d'aménagement qui permettrait la durabilité de l'exploitation du stock de crevette rouge tout en augmentant les rendements, dans la région de Bejaia, et sa rentabilité économique à long terme, notamment :

- La recherche de nouvelles halles de pêche accessibles au chalut de fond dans la région de Bejaia, pour exercer moins de pression sur le stock localisé dans les zones habituelles de pêche et leur biotope ;
- l'augmentation du maillage pour plus se rapprocher de l'âge critique. Cette mesure devrait prendre en considération la taille moyenne à laquelle la crevette se reproduit ;
- l'augmentation du nombre d'heures de pêche par jour (en visant d'autres zones) accompagné d'une augmentation des coûts (gasoil) et du prix de vente, permettrait d'augmenter les bénéfices et les productions en compensant la pression exercée sur le stock par l'augmentation des coûts de captures. Ceci permettrait à la pêcherie d'être rentable à plus long terme, pour ainsi appuyer l'économie locale tout en protégeant le stock.

Ces mesures devraient être prises en compte en soulignant l'aspect « accessibilité » de la crevette rouge, en addition à plusieurs autres paramètres.

Il faut noter que les résultats précédemment obtenus seraient d'autant plus fiables quand on dispose d'un échantillon biologique plus important sur une plus longue durée, de statistiques de débarquements plus précises. En addition à cela, l'enquête économique ne

Conclusion

témoigne pas de l'exactitude de certains résultats, ces derniers se basant sur un questionnaire adressé aux armateurs qui ne révèlent pas toujours toutes les informations nécessaires.

Finalement des mesures d'aménagement du port de Bejaia visant à améliorer la gestion des ressources halieutiques sont recommandées :

- Réactiver l'utilisation de la criée pour une meilleure évaluation des débarquements et des données économiques car;
- Approvisionner les unités de vente et de réparation en pièces détachées de rechange pour limiter les longues durées d'immobilisation constatées au port de Bejaia et éviter ainsi des pertes économiques considérables ;
- Implication des services spécialisés pour la collecte des statistiques détaillées et plus précises visant les données biologiques de débarquements et économiques et promouvoir la formation dans le domaine ;
- La présence constante d'un service vétérinaire et d'hygiène au port, ce qui n'a pas été constaté lors de l'enquête, afin d'éviter tout risque d'intoxication massive et contrôle aussi la production de pêche (les tailles) ;
- Les organismes chargé de la gestion de cette activité devrait prêter attention à :

→ La fermeture annuelle de la pêche ;

→ Les zones de pêche interdite qui sont souvent fréquentées par les

chalutiers ;

→ La protection des zones de frai et de recrutement ;

→ Le contrôle du maillage ;

La seule façon de contrôler réellement l'exploitation des ressources halieutiques consiste à définir des droits individuels non pas sur le stock mais sur les flux de ressources et les conditions d'appropriation de ces flux (Licence de pêche, ou normes techniques : limiter l'accès aux pêcheries par exemple.)(Guyader, 2000).

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

Ainouche N., 2003 : Recherche des facteurs pouvant influencer les débarquements de la crevette rose *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) au port de Bou-Haroun (Baie de Bou-Ismaïl). 75p.

Mémoire Ing., Option halieutique : ISMAL.

Arzel P., Baud J.-P., Berthou P., Boletzky S.-V., Campillo A., Clavier J., Dao J.-C., Dardignac M.-J., Decamps P., Duclerc J., Flassah J.-P., Fleury P.-G., Fontaine B., Harmelin J.-G., Héral M., Hussenot J., Latrouite D., Laubier A., Le Calvez J.-C., Le Foll D., Le Moine M., Marin J., Monniot C., Monniot F., Perez R., Quéro J.-C., Raimbault R., Richard O., Talidec C., Tétard A., Vacelet J., Vadon C., Véron G., 1992 : Les algues et les invertébrés marins des pêches françaises : Algues, éponges, corail rouge, escargots de mer, bivalves, poulpes, seiches, encornets, crustacés, oursins et violets. 3^{ème} partie. IFREMER (La Rochelle). 24p.

Azouz A., 1972 : Les crustacés comestibles (Crevettes et langoustines) des mers tunisiennes. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Vol.2(3) : 275-301pp.

Baumann E., 1993 : Pêcheur et poisson : une cohabitation difficile. Delta central du Niger au Mali. Rap. ORSTOM : 110-132pp.

Belkessam D., Issolah F., 1991 : La pêche chalutière au port de Bou-Haroun : Etude statistique des débarquements et aperçu sur quelques paramètres biologiques et dynamiques d'espèces cibles.

Mémoire Ing., Option Halieutique, ISMAL. 96p.

Bella S. Galil, 2004 : The limit of the sea : The bathyal fauna of the Levantine sea. Sci. Mar., 68(Supl.3) : 63-72pp.

Ben Aley A., 1966 : Etude statistique de la pêche en Tunisie. Bull. Int. Nat. Scie. Tech. Ocea. Pêche Salammbô. Vol.1, N°1 : 16-17pp.

Bencheurfi S., Idelhadj A., 1995 : Evaluation des ressources halieutiques et aménagement des pêcheries au Maroc. Bull. Inst. Océanogr. D'Alger. Pelagos Num. Special : 99-117pp.

Boncoeur J., Le Gallic B., Fifas S., 2005 : Modélisation bioéconomique des interactions dans une pêcherie complexe : Le cas des rejets estivaux d'araignées de mer (*Maja squinado*) par le chalutage côtier dans le golfe Normand-Breton (CIEM VIIe). Ser. Doc. De trav. GDR-Amure N° D-01-2005. IFREMER. 21p.

Boudreault F. R., Dupont J. N., Sylvan C., 1977 : Modèles linéaires de prédiction de débarquement du homard aux îles de la Madelaine (Golfe de Saint-Laurent). J. Fish Res. Board of Canada., Vol 34(3) : 379-383pp.

Campillo A., 1975a : Contribution à l'étude de l'élevage de la crevette rose *Palaemon serratus* (Pennant) en captivité. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 39(4) : 381-393pp.

Campillo A., 1975b : Données pratiques sur l'élevage au laboratoire des larves de *Palaemon serratus* (Pennant). Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 39(4) : 395-405pp.

Bibliographie

- Campillo A., 1979** : Contribution à l'étude de la crevette rose *Palaemon serratus* (Pannant) Exploitation, Biologie. Rev. Trav. Inst. Pêche marit. Tome XLIII. Fasc.4(ISTPM) :297-350pp.
- Campillo A., 1992**: Les pêcheries françaises de Méditerranée : Synthèse des connaissances. Rapp., IFREMER, RI-DRV-92/019 : 206p.
- Carbonell A., Abello P., Torres P., Gil de Sola, 2000** : Distribution and abundance of *Aristeus antennatus* (Decapoda : Dendrobranchiata) along the mediterranean spanish coast. Demersal resources in the mediterranean. IFREMER. 238 : 165-172pp.
- Cartes J.-E., Sardà F., 1989**: Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol.54 : 229-238pp.
- Cartes J.-E., 1991** : Analisis de las comunidades y estructura trofica de los crustaceos decapodos batiales des Mar Catalan, Ph. D. Thesis. Universidad Politecnica, Barcelona :372p.
- Catanzano J., Mesnil B., 1995** : Economics and biology used in fisheries research or when social and natural sciences try to depict together the object of their research. Aquatic Living Resour. Vol. 8, N°3 : 223-232pp.
- Chabane J., Plante R., 1969** : Les populations benthiques (endofaune, crevettes Penaeides, poissons) d'une baie de la côte Nord-Ouest de Madagascar : Ecologie, biologie et pêche. Cah. O.R.S.T.O.M., Ser. Oceanogr., Vol. VII, N°1 :41-71pp.
- Chali-Chabane F., 1988** : Contribution à l'étude biologique et dynamique de la bogue *Boops boops* (Linné, 1758) de la baie de Bou – Ismail. Thèse de Magister, ISMAL (Alger) : 111p.
- Charbonnier D., 1990** : Pêche et aquaculture en Méditerranée ; Etat actuel et prospectives. Les fascicules du Plan Bleu. Cent. D'Act. Regi. Du Pla. Ble. Pour la Med. Sofia Antipolis (France) : 1-10pp.
- Chassot E., Gascuel D., 2004**: Modeling biological production functions and regional production within the PECHDEV project. PECHDEV wok. Paper N°8 : 1-27pp.
- Chauvet C., 1986** : Exploitation des poissons en milieu lagunaire mediterranéen : Dynamique du peuplement ichtyologique de la lagune de Tunis, et des populations exploitées par des bordigues (Muges, Loups, Daurades). Thèse de Doct. Etat Univ. Perpignan : 555p.
- Chavance P., Girardin M., 1985** : Niveau d'exploitation en 1982 et potentialités régionales de la pêche chalutière algérienne. Application d'un modèle de production composite. FAO. Fish. Rep. (347) : 113-134pp.
- Clay P. M., James R. Mc Goodwin, 1995**: Utilizing social sciences in fisheries managemant. Aquatic Livin. Resour. Vol8 N°3 : 203-207pp.

Bibliographie

Cubillos L. A., 2003 : An Approach to estimate the natural mortality rate in fish stocks. Naga. Worldfish Center Quaterly Vol. 26, N°1 :17-19pp.

Daget J., 1972 : Lois de croissance lineaire et pondérale – Mortalités et structures démographiques, modèles linéaires de Schaefer et modèle exponentiel de Fox. Documents scientifiques, centre O.R.S.T.O.M. (Pointe noire) N.S. 77p.

David J. D., Watson R. A., 1992: A per – recruit simulation model for evaluating spatial closures in an Australian Penaeid fishery. Aquatic Living Resour. Vol. 5 : 145-153pp.

Demestre M., Fortuño J.-M., 1992 : Reproduction of the deep water shrimp *Aristeus antennatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 84 : 41-51pp.

Demestre M., Leonart J., 1993 : The population dynamics of *Aristeus antennatus* (Decapoda Dendrobranchiata) in the North Western Mediterranean. Sci. Mar. 57 : 183-189pp.

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 : 175-182pp.

De Oliveira E., 2003 : Analyse de l'activité d'une pêcherie à l'échelle spatio – temporelle fine : Des captures répétitives aux puissances de pêche locales. Thèse de doctorat. Ecol. Mine. Paris. 182pp.

Dieuzeide R., Rolland J., 1956 : Opérations de dragages et de chalutages effectuées au large des côtes algériennes. Bull. Stat. Agricult. & Pêches. Série N°8. Castiglione:11p.

Esmacili A., Omar I., 2003 : influence of rainfall on optimal spawner catch for the shrimp fishery in Iran. North American Journal of Fisheries Management 23:385 – 301pp.

Evans, C. R., and Opnai L. J. 1995: Fisheries ecology of the white banana prawn *Penaeus merguensis* in the Gulf of Papua. Integrated Coastal Fisheries Management Project, Technical Report 11, volume 1, Noumea, New Caledonia: 385–391pp.

Evans, C. R., Opnai L. J., and Kare B. D.. 1997: Fishery ecology and oceanography of the prawn *Penaeus merguensis* in the Gulf of Papua: estimation of maximum sustainable yield and modeling of yield, effort, and rainfall. Mar. Fresh. Res. 48: 219–228pp.

Falciai L., Minervini R., 1996 : Guide des homards, crabes, langoustes, crevettes et autres crustacés décapodes d'Europe. Ed. Delachaux et Niestlé : 57-61pp.

Fiorentino F., Orsi Relini L., Zambouni A., Relini G., 1998: Remarks about the optimal harvest strategy for red shrimps (*Aristeus antennatus*, Risson, 1816) on the basis of the ligurian experience. CIHEAM. Uni. Genova (Italy): 11p.

Fischer W., Schneider M., Bauchot M.-L., 1987 : Fiche FAO d'indentification des espèces pour les besoins de la pêche : Mediterranée et Mer Noire, zone de pêche 37 : Vol. I : Végétaux et invertébrés. FAO (Rome) : 210-213pp.

Bibliographie

Garcia S., 1975 : Marquage des *Penaeus Duorarum notialis* en côte d'Ivoire. Migration et mortalité. Doc. Scient. Centre de rech. Océanogr., Abidjan, Vol.6(1) : 21-44pp.

Garcia S, Le Reste L., 1981 : Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes penaeidés cotières. FAO. Doc. Tech. Pêches (203) : 210p.

Gascuel D., Laurans M., Sidibé A., Dalanda Barry M., 2002 : Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolutions d'abondance des ressources démersales dans les pays de la C.S.R.P. Act. Symp. Inter., Dackar (Sénégal) : 206-222pp.

Ghidalia W., Bourgeois F., 1961 : Influence de la température et de l'éclairement sur la distribution des crevettes des moyennes et des grandes profondeurs. Etud. Rev. Gen. Fish. Coun. Medit. (CGPM), N°16 :42p.

Gilly B., 1989 : Les modèles bioéconomiques en halieutique : démarches et limites. Cah. Sci. Hum. 25(1-2) : 23-33pp.

Guennegan Y., 1990 : Diversification des techniques de pêches artisanales en Corse : Pêche de la crevette Pandalide *Plesionika edwardsii*. Technique – Prospection – Etude biologique – Commercialisation. IFREMER (France) :116p.

Guyader O., 2000 : Evaluation économique de la régulation des pêches. Coll. Empl. Ind. Terr. Ed. L'harmattan.:365p.

Habib A., Koudil M., 1990 : La pêche au chalut et à la senne au port d'Alger : Etude statistique des mises à quai et détermination du niveau d'exploitation de quelques espèces cibles.

Mémoire Ing., Option Halieutique. ISMAL (Alger) : 145p.

Harden F. R., Scholes P., 1980 : Wind and the catch of lowestoft trawler. J. Cons. Int. Explor. Mar. Vol. 39(1) :53-69pp.

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

Hemida F., 1987 : Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné, 1758) dans la région d'Alger : Biologie et exploitation. Thèse de Magister, USTHB (Alger) : 208p.

Hemida F., 2005 : Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies ; Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Thèse de Doctorat d'état. Option Océanographie. USTHB (Alger) : 390p.

Hettler W. F., Chester A. J., 1982: The relationship of winter temperature and spring landings of pink shrimp *Penaeus duorarum* in North Carolina. Fish. Bull., Vol 80(4) :761-768pp.

Bibliographie

Hoestlandt H., 1967 : Recherche sur le cycle biologique de la crevette *Penaeus duorarum* (Bur Kenroad, 1939) au Dahomet. Act. Conf. Mond. De la biologie et l'élevage des crevettes. FAO Fish. Rep., Vol 3(57) : 687-707pp.

Holthius L.B., 1980 : Shrimp and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries- FAO. FIRTS 125 Val.1 : 271p.

INRA, 2006 : Analyse rectifiée des pseudo – cohortes : Activité 'Modèles en environnement Data – Poor'. GT ISTAM : 6-12pp.

ISTPM, 1982 : Rapport de mission sur l'évaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques, stocks démersaux exploitables au chalut. Campagne Thalassa. ICHTYS. JOAMY : 101p.

Jacques G., Tréguer P., 1986 : Ecosystèmes pélagiques marins. Coll. Eco. Ed. MASSON : 167-233pp.

Jones R., 1983 : Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with netes on VPA and cohort analysis). FAO. Fish. Tech. Paper 256 : 118p.

Kennouche H., 2003 : Recherche des facteurs influençant les débarquements de la crevette rouge *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) dans le port de Bou-Haroun (Baie de Bou-Ismaïl) : Etude du régime alimentaire et de l'exploitation. Mémoire Ing., Option halieutique : ISMAL : 99p.

Kesteven G. L., 1953 : Les pêches et les conditions atmosphériques. Bull. Des pêches de la FAO, vol.-(4) :123-126pp.

Khaldi T., 1999 : Approche bioéconomique et globale des ressources de petits pélagiques dans la région d'Alger. Mémoire Ing. D'état, ISMAL (Alger). 190p.

Khemeleva N.N., Goulou Bev A. P., 1986 : La production chez les crustacés : Rôle dans les écosystèmes et utilisations. IFREMER : 198p.

Knudsen B., 1962 : Growth and reproduction of house mice at three different temperatures. Oikos. Vol.13 Fasc.1 :1-14pp.

Korichi, H.S. 1988 : Contribution à l'étude de biologie de deux espèces de saurels: *Trachurus trachurus* (Linné,1758) et *Trachurus méditerranéus* (Steindachner, 1868) et la dynamique de *Trachurus trachurus* dans la baie de Bouismail (Algerie). Thèse de Magister en halieutique, ISMAL: 260p. + annexes.

Kurc G., Faure L., Laurent T., 1965 : La pêche des crevettes au chalut et les problèmes de sélectivité. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. Tome XXIX, fasc. 2 : 137-161pp.

Lagardere J.-J., 1971 : Crevettes des côtes du maroc. Trav. Inst. Scien. Chér. Et de la Fac. Scien. Zoologique N°36. Rabat : 655-675pp.

Bibliographie

- Lalami Y, 1970** : Contribution à l'étude systématique biologique, écologique et statistiques des poissons de la pêcherie d'Alger.
Thèse Doctorat 3^{ème} cycle. Option Océanographie biologique. Université d'Alger : 172p.
- Laouar Stahi S, Samar L., 1990** : La pêcherie chalutière de la région d'Annaba : Analyse statistique des mises à quai et appréciation du niveau d'exploitation d'espèces cibles.
Mémoire Ing., Option Halieutique. ISMAL (Alger) : 99p.
- Laubier A., 1986** : Les crevettes péneides. In *Aquaculture ed. Barnabe*, Tome 1 : 459-491pp.
- Laubier L., 2003** : Exploitation et surexploitation des ressources marines vivantes. *Rapp. Scien. Tech. N°17* : 495p.
- Laurec A., 1993** : Etalonnage de l'analyse de cohorte en halieutique. In *Lebreton, J.D. et Asselain, B. (eds), Biométrie et Environnement*. Masson, Paris, France : 205-239pp.
- Laurec, A. et Leguen, J.C. 1981** : Dynamique des populations marines exploitées. Tome I Concepts et modèles. *Rapp. Sci. Tech. CNEXO 45*: 118p.
- Leclaire L., 1972** : la sédimentation halocène sur le versant méridional du bassin Algéro-Baléares (Précontinent Algérien). *Mém. Mus. Nat. His. Nat. Nouvelle série, série C, Sciences de la terre. Tome XXIV. Fascicule unique* : 64-298pp.
- Le Reste L., 1984** : Etude des variations annuelles de la production de crevettes dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal) *Etud. Rev. Gen. Fish. Coun. Medit. (CGPM), Vol (61) :- 269pp.*
- Le Reste L., 1992** : Pluviométrie et captures de crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal) entre 1962 et 1984. *Aquatic Living Resour. Vol. 5* : 233-248pp.
- Le Gal Y., Van Wormhoudt A., 1988** : Aspect récents de la biologie des crustacés. *Lab. Bio. Mar. Coll. France. Actes de Colloques 8* : 229-237pp.
- Lleonart, J., Maynou, F., Recasens, L., et Franquesa, R. 2003**: A bioeconomic model for Mediterranean fisheries, the hake off Catalonia (Western Mediterranean) as a case study. In: *Ulltang & G. Blom (Eds.) Fish Stock Assessments and Predictions: Integrating Relevant Knowledge. Sci. Mar. 67 (suppl. 1):337-351pp.*
- Lleonart, J. & Salat, J. 1997**: VIT: Software for fishery analysis. User's manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries). N°11, Rome, FAO: 105p.*
- Maouel, D. 2003** : Les raisons de la faiblesse quantitative de la production halieutique en Algérie: cas du port de pêche de Bouharoun.
Thèse de Magistère en économie de développement rural. I.N.A. Alger :106p.

Bibliographie

Martinez – Baños P., 1996: Growth and mortality of the deep - water shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) on the Murcia coast (Spanish Mediterranean Sea). In: Coll. Crus. Decap. Med. 'La Specola', Abstracts Vol. : 59p.

Maurin C., 1960 : Les crevettes profondes du littoral français de la Méditerranée. Répartition selon la profondeur. Notes biométriques. Rapports et procès-verbaux C.I.E.S.M.M., 15, (2) : 147 – 154pp.

Maurin C., 1962 : Les crevettes profondes du littoral français de la méditerranée – Répartition selon la profondeur. Rapp. & P.V. Comm. Intern. Expl. Scient. Mer Médit. 15(2) : 147-154

Maurin C., 1980 : L'activité de l'institut des pêches en 1979 : Principales actions en matière de pêche – production et évaluation des ressources. Science et pêche. Bull. Inst. Pêches marit., N°305. ISTPM : 59p.

Maynou F., Sardà F., Tudela S., Demestre M., 2006 : management strategies for red shrimp (*Aristeus antennatus*) fisheries in the Catalan Sea (NW Mediterranean) based on bioeconomic simulation analysis. Aquatic Living Resour. 19 : 161-171pp.

Mebani N., Chebel A., 2006 : Etude de la rentabilité des unités de pêche. Cas du port de Stora (Skikda).
Mémoire Ing. D'état, ISMAL (Alger) : 51p.

Merbah S., 2002 : Indices de croissance et d'exploitation de deux espèces de crevettes profondes : *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) et *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) des côtes algériennes (Région centre).
Mémoire Ing., USTHB. : 71p.

Mezioud L., Oulebsir N., 2001 : Contribution à l'étude du fonctionnement du troupeau bovin familial dans la vallée de la Soummam : Cas de la subdivision de l'agriculture de Tazmalt.
Mém. Ing. INA (Alger) : 113p.

Millot C., 1985 : Some features of the Algerian current. Journal of geophysical research, vol.90, N°64: 7169-7176pp.

Millot, C. 1987: The circulation of the levantine intermediate water in the Algerian basin. Journal of geophysical research, 92(C8): 8265-8276

Millot C., Taupier-Letage I., Benzohra M., 1990 : The Algerian eddies. Earth Sci. Rev., 27 : 203-219pp.

Nait Saidi N., Taghanemt A., 1991 : La pêche au chalut et à la senne au port de Bejaia : Etude statistiques des mises à quai et estimation du niveau d'exploitation de quelques espèces cibles.
Mémoire Ing., Option Halieutique. ISMAL (Alger) : 83p.

Nixon A., 1997 : Les pêches dans le monde : l'état de crise. Library of parliament. Ser. Inf. rech. Parl. Division des sciences et de la technologie : 30p.

Bibliographie

Nouar A., 1985 : Contribution à l'étude de la crevette peneide *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1836) dans la région d'Alger : Ecologie – Biologie – Exploitation. Thèse de Magister. USTHB (Alger) : 136p.

Oliver P., 1983 : Les ressources halieutiques de la Méditerranée. Première partie: Méditerranée occidentale. Etud.Rev.Cons.Gen.Pêches Mediterr./Stud. (59):135 p.

Orsi Relini H., Relini G., 1998 : Long term observations of *Aristeus antennatus* : Size – structures of the fished stock and growth parameters, with some remarks about the « recruitment ». Zaragoza : CIHEAM-IAMZ: 311-322pp.

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. Aquatic Living Resour. Vol. 14, N°5 : 203-312pp.

Pauly D., 1984 : Fish dynamics in tropical waters : A manual for use with programmable calculators. ICLARM Stud. Rev. 8 : 325p.

Pauly D., Moreau J., 1997 : Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. ICLARM. Cepadués ed. : 288p.

Penn, J. W., and N. Caputi. 1986: Spawning stock - recruitment relationships and environmental influences on the tiger prawn *Penaeus esculentus* fishery in Exmouth Gulf, Western Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 37 : 491–505pp.

Raimbault G., 1996 : Comptabilité générale et analyse financière : Outils de gestion. CHIHAB. EYROLLES : 130p.

Rey H., Le Brun E., 1986 : Problématique de l'approche économique de la pêche et des cultures marines. CGPM. N°362 : 137-144pp.

Rezzoug S., 2000 : Contribution à l'étude de la contamination par les métaux lourds dans la matière en suspension et le sédiment marin superficiel des golfes de Bejaia et de Skikda. Thèse de Magister. Océa. Biol. ISMAL (Alger) : 120p.

Rodriguez M. G., 2003 : La gamba roja '*Aristeus antennatus*' (Risso, 1816) (Crustacea, Decapoda) : Distribución, Demografía, Crecimiento, Reproducción y explotación en el golfo de Alicante, Canal de Ibiza y Golfo de Vera. Mem. Doct. Universidad Madrid : 303p.

Rui Rosa A., Maria L. Lunes, 2004 : RNA, DNA and protein concentrations and amino acide profiles of deep – sea decapod *Aristeus antennatus* : An indication for seasonal variations of nutrition and growth. Aquatic Living Resour. Vol. 17, N°1 (85) : 25-45pp.

Sardà F, Joan B. Company, Castellon A., 2003 : Intraspecific aggregation structure of school of Western Mediterranean (Catalan Coast) Deep-sea shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), during the reproductive period. Jour. Shell. Res., Vol. 22, N°2, (CMIMA-CSIC) Spain : 569-579pp.

Sigurd T., Bjarte B., 1997 : Biological Modeling : Models for multispecies management. *Ed. Tor Rødseth.*: 69-91pp.

Slack-Smith R.-J., 1967: A descriptive and analytical model of the shark bay prawn fishery. Actes de la conférence scientifique mondiale sur la biologie et l'élevage des crevettes. *Fish. Rep. Val.3(57)* : 657-666pp.

Sorbe J.-C., 1972 : Ecologie et éthologie alimentaire de l'ichtyofaune chalutable du plateau continental sud Gascogne. Thèse UER Sciences de la mer et de l'environnement. Uni. Aix-Marseille.
Doctorat 3^{ème} Cycle :125p.

Sparre, P.; Venama, S.C., 1996: Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. 1ère partie : Manuel, Rev. FAO: 401p.

Thébaud O., Alban F., Boncoeur J., Guyader O., 2001 : Modélisation bioéconomique et évaluation des aires marines protégées. Halieutique complexité et décision. Session 3- Act. De Pêche, Socio-Système et gouvernance. IFREMER : 55p.

Turner R.E., 1986 : Relationship between coastal Wetlands climate and penaeid shrimp yield. *Inter. Oceanogr. Comm. Work. Rep. N°44- Supp.* :267-272pp.

Vourch J., Millot C., Castagne N., Le Borgne P., Orly J.-P., 1992 : Atlas des fronts thermiques en mer Méditerranée d'après l'imagerie satellitaire. *Mem. Inst. Océa. Monaco. N°16, VI* : 152p.

Williams A. B., 1967: Penaeid shrimp catch and heat summation, an apparent relationship. *Act. Conf. Sci. Mond. Sur la biologie et l'élevage des crevettes. FAO Fish. Rep., Vol. 3(57)* :643-655pp.

Yahiaoui M., 1994: Growth, mortality and exploitation of *Aristeus antennatus* near Algiers and of *Aristeomorpha foliacea* near Annaba (Algeria). *Int. Work. On life cycles and fisheries of deep – water red shrimps Aristeomorpha foliacea and Aristeus antennatus. NTR-ITPP. Special publication, 3*: 53-54pp.

Yahiaoui M., Nouar A., Messili A., 1985 : Evaluation des stocks de deux espèces de crevettes profondes de la famille des Peneidés : *Aristeus antennatus* et *Parapenaeus longirostris*. *FAO Fish. Rep. (347)* :221-231pp.

Zeghdoudi E., 2006 : Modélisation bioéconomique des pêcheries méditerranéennes : Application aux petits pélagiques de la baie de Bou-Ismaïl (Algérie). Thèse de Magister. *Econo. Gest. Act. Pêche (Barcelone)* :71p.

ANNEXES

ANNEXE 1

1/ Armateur :

- 1-1/ Nom du propriétaire ou armateur :
- 1-2/ Age :
- 1-3/ Situation familiale:
Marié . Célibataire . Enfants à charge .
- 1-4/ Niveau d'instruction :
Analphabète . Primaire . Moyen . Second . Supérieur .
- 1-5/ Diplôme :
Non . Oui
- 1-6/ Assurance personnelle :
Non . Oui . De
- 1-7/ Expérience dans le domaine:

2/ Bateau :

- 2-1/ Type de métier : Petit métier . Sardinier . Chalutier .
- 2-2/ Caractéristiques physiques du navire :

Immatriculation du navire	
Port d'attache	
Nom du navire	
Longueur	
Largeur	
Puissance motrice	
Marque du moteur	
La jauge brute	
Année de construction du navire	
Nature de la coque	
Engins de pêche utilisés**	
Pays de construction	

- 2-3/ lieu de débarquement :

- **2-4/ Etat du navire :** Actif Immobilisé Coulé Transféré .
Autres:.....

- **2-5/ En cas d'immobilisation, citer les causes:**

- Manque de pièces de rechange .

- Manque de matériel d'équipement .

Autres :.....

- **2-6/ Matériel de pêche:**

Echosondeur . Sonar . GPS . Ordinateur de Bord .

Autres.....

- **2-7/ Nombre de bateaux appartenant à l'armateur:** .

- **2-8/ Propriété du bateau:**

Privée . Commune .

- **2-9/ Assurance du bateau:**

Non . Oui . De.....

- **2-10/ Quelle est la distance maximale habituellement atteinte à partir de la côte?**

- **2-11/ Quelle est la zone habituellement fréquentée?**

<3 milles . [3:6[milles . [6 :12[milles . >12 milles .

- **2-12/ Nombre de jours de pêche :**

Jours / mois . Mois / an .

- **2-13/ Nombre d'heurs de travail par sortie :**

3/ Equipage :

- **3-1/ Age moyen:**

- **3-2/ Nombre d'embarqués:** Mécaniciens Marins Patrons .

- **3-3/ Niveau d'instruction:**

	Analphabètes	Primaires	Moyens	Seconds	Supérieure
Patron de Pêche					
Mécanicien					
Marin					

• **3-4/ Nombre de diplômés:**

• **3-5/ Profession et expérience acquises:**

- L'expérience du Patron de Pêche: .

- L'expérience du mécanicien : .

- Nombre du marins ayant de l'expérience:

<5ans [5:10[[10:15[[15:20[[20:30[>30ans .

Expérience moyenne : .

• **3-6/ Nombre global de marins à bord (en général)** .

• **3-7/ Affiliation aux associations professionnelles:**

Nom de l'association et sa nature	Nombre d'adhérant	Nom de l'association et sa nature	Nombre d'adhérant

• **3-8/ Difficulté à trouver les marins:**

• **3-9/ Rémunération: (Système de paiement)**

- Hebdomadaire .

- Mensuel .

- Quotidien .

- Parts : .

Mécaniciens . Marin . Commandant . Armateur .

• **3-10/ Assurance :**

Nombre d'assurés .

• **3-11/ Le coût d'assurance pour:** Patron Mécanicien
Marins DA .

4/ Rentabilité :

• **4-1/Coûts :**

- coût annuel pour maintenir le bateau opérationnel (poste au port, licences, papiers, entretiens routiniers et réparation du moteur de la coque et des engins de Pêche,...) .

- Quel est le coût d'assurance annuelle de votre navire ? .

- Réparation de l'engin :

- Ravitaillement / sortie :

Quelles sont les dépenses par jour (par sorties) de pêche, en dehors du carburant?

Appâts

Lubrifiant DA /Mois

Vivres DA /mois

Autres Glace (exceptionnellement)

- Taxes :

- Quel est le coût d'un plein gasoil ? DA.

- Quelle est la valeur approximative de votre bateau en son état actuel, y compris les engins de pêche, les équipements électroniques (GPS, Sondeur, Radio, Radar, etc.) et les Équipements de pêche (Treuils, power block). (En DA)

● **4-2/Revenus et coûts annuels pour les trois dernières années :**

2004 :.....

2005 :.....

2006 (détails) :.....

● **4-3/Production approximative par jour: (en Casier)**

● **4-4/Production approximative par mois: (En Kg)**

● **4-5/Prix de la crevette :**

● **4-6/Quantités (production* prix)**

● **4-7/Valeur de la totalité des ventes pour les 3 dernières années**

ANNEXE 2

Tableau A : Statistiques de débarquements en casier des différentes espèces capturées par les chalutiers pélagiques du port de Bejaia et les débarquements de la crevette rouge pendant la période d'étude.

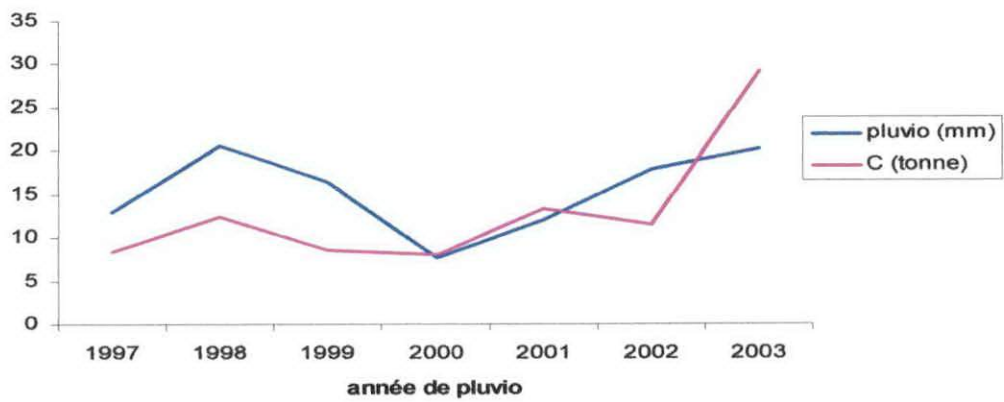
Date	Saurel	Espadon*	céphalopode	bogue	sardine	anchois	A.a
27/02/2007	36,8	2	0.8	1.2	2.5	14.5	0
28/02/2007	33	1	11.8	4	22	6	3,500
01/03/2007	35,5	0	8.4	4	22	0	10
03/03/2007	31	0	0.6	1	61	0	13
04/03/2007	42	0	4.2	3	17	7	20
05/03/2007	17	1	3	2.5	35	3.7	28
06/03/2007	55	5	4	3.4	22.9	0	1
07/03/2007	236,8	4	5.2	5.1	28.2	0	12,2
08/03/2007	38,5	1	0	0	32	0	0
10/03/2007	0	0	0	0	0	0	0
17/03/2007	99,6	3	4.9	16.9	51	0	11,6
18/03/2007	91,5	2	2.9	12.1	0	0	13
19/03/2007	97,25	4	3.7	7.2	11	0	9,5
20/03/2007	5	2	0	0	1	0	0
21/03/2007	42	1	0	0	0	0	0
22/03/2007	47	0	0	4	20.5	0.5	0
24/03/2007	134,4	0	7	8.6	130.8	0	0
	1042,4	22	56.5	73	456.9	31.7	121,8

(*) : En nombre d'individus

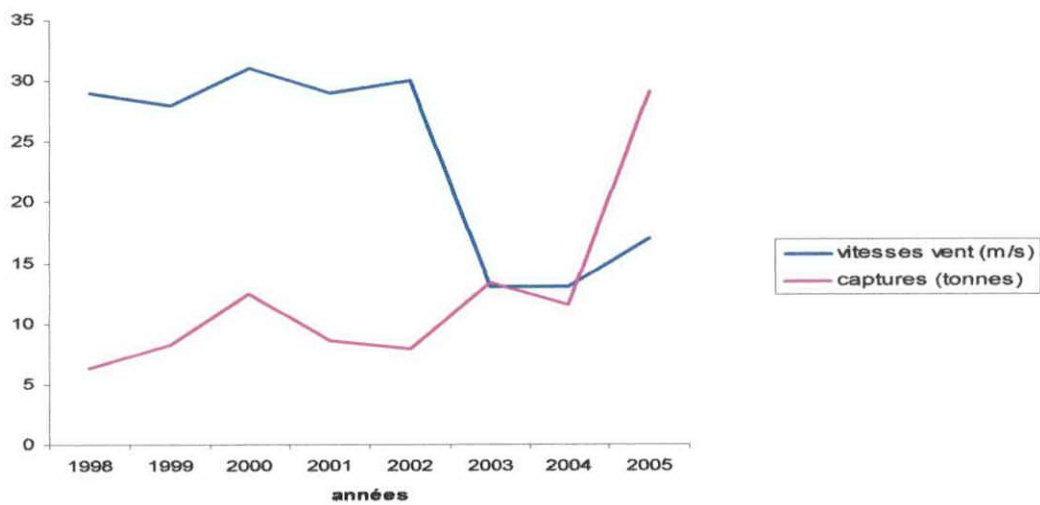
Blancs div. : blancs divers

A.a : *Aristeus antennatus*

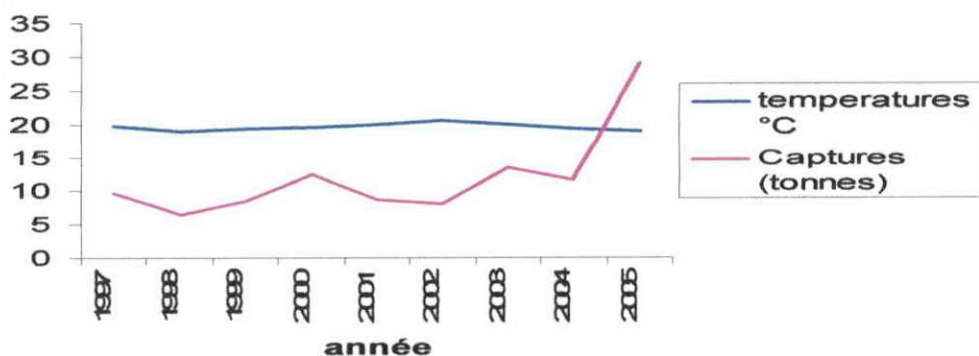
ANNEXE 3



Variations des débarquements en fonction de la pluviométrie des deux années précédentes

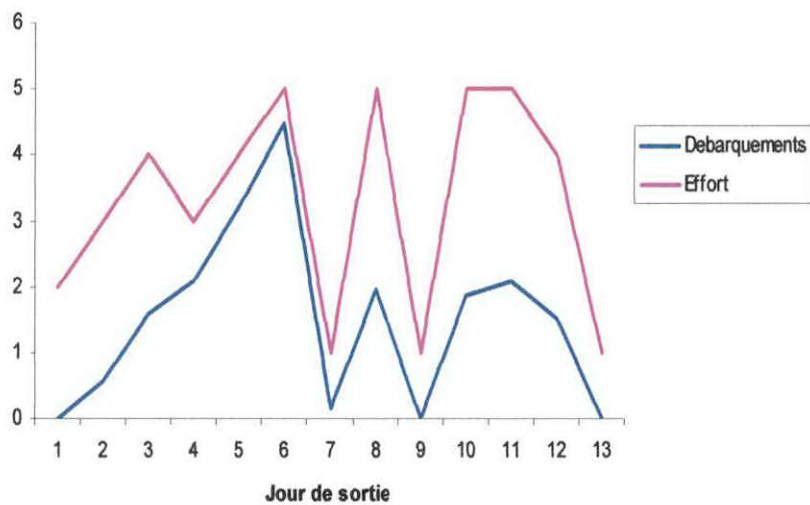


variations des captures de crevette rouge en fonction de la vitesse du vent dans la region de Bejaia

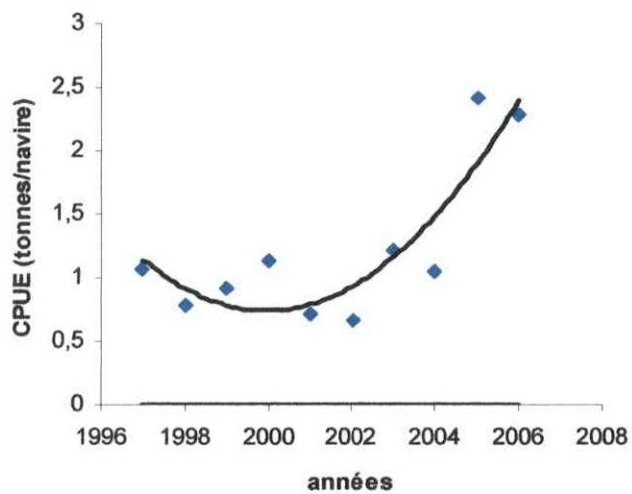


Variation des débarquements de la crevette rouge de la region de Bejaia en fonction de la température

Figure A : Variations des débarquements de la crevette rouge de la région de Bejaia en fonction de différents paramètres environnementaux.

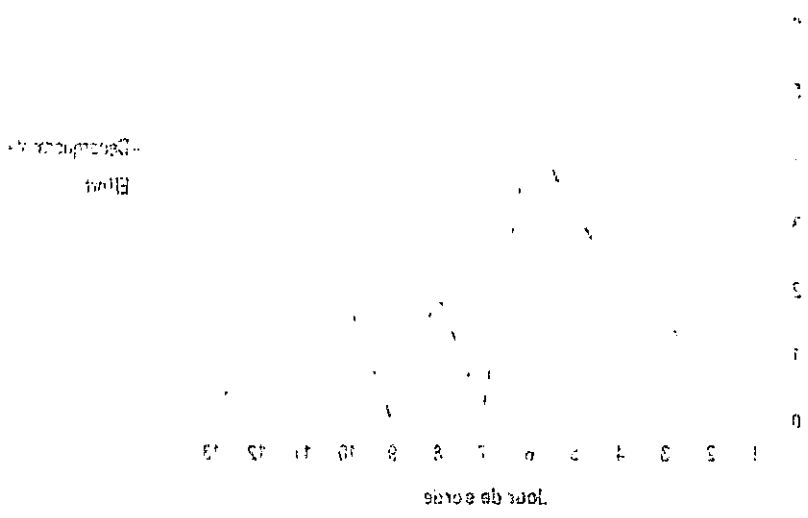


Variations des captures de crevettes rouge et de l'effort actif dans le port de Bejaia

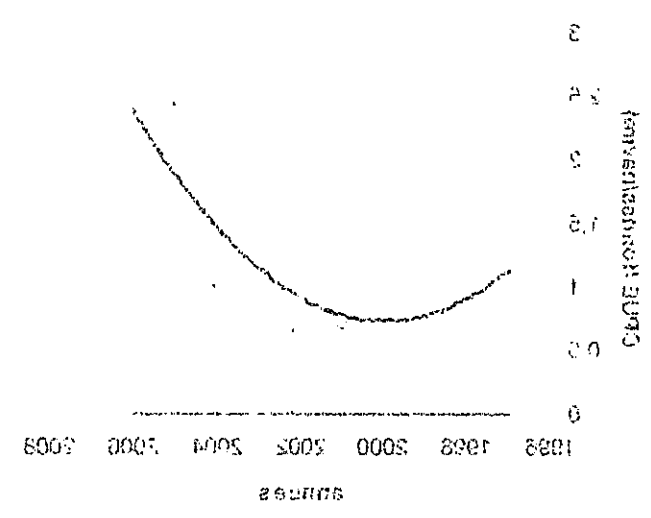


variation des CPUE de la crevette rouge au port de bejaia en fonction des années

Figure B : Variations des débarquements de la crevette rouge de la région de Bejaia en fonction de l'effort pendant la période d'étude et variations des CPUE annuelles.



Variations des captures de crevettes rouges et de l'effort total dans le port de Béjaïa



variation des CPUÉ de la crevette rouge au port de Béjaïa en fonction des années

Figure 13 - Variations des débarquements de la crevette rouge de la région de Béjaïa en fonction de l'effort pendant la période d'étude et variation des CPUÉ annuelles.

ANNEXE 4

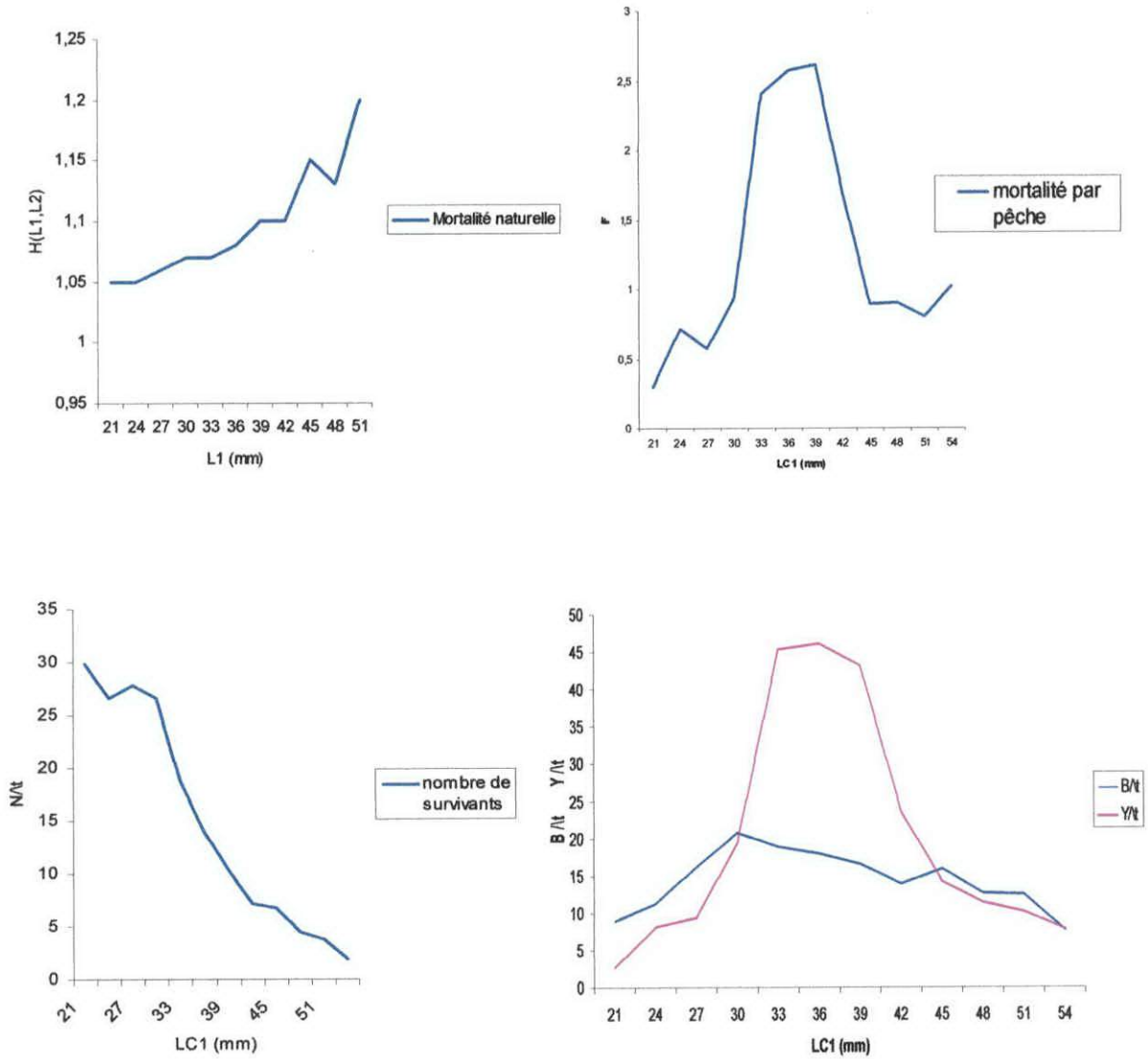


Figure C1 : Application du modèle de Jones (1983) sur le stock de crevette rouge de la région de Bejaia.

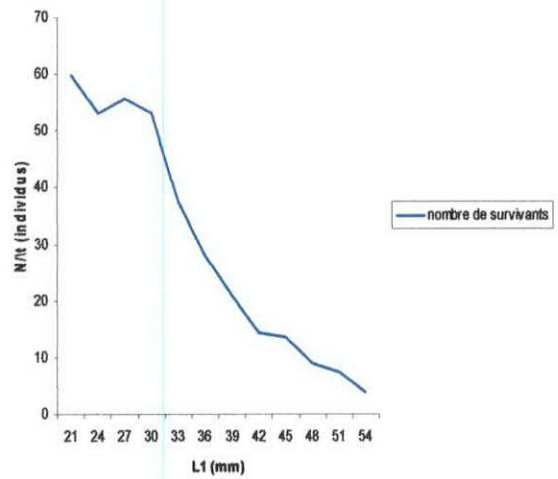
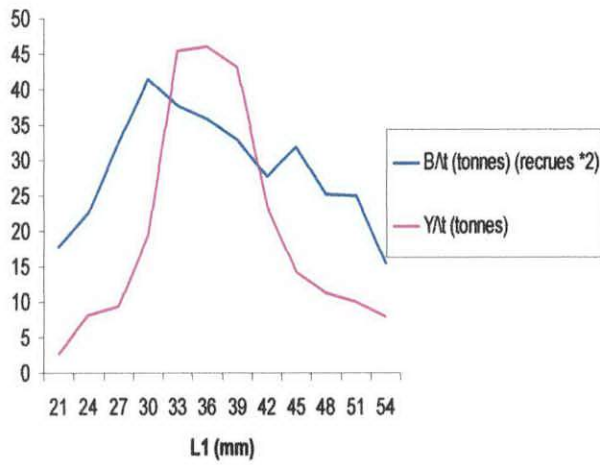
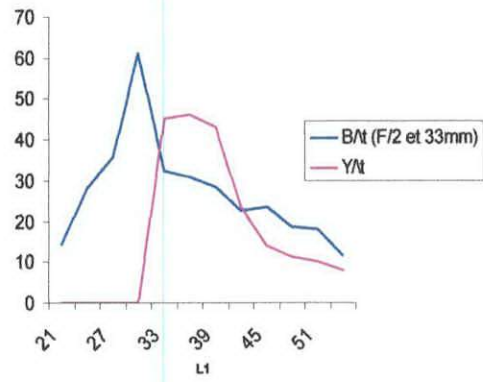
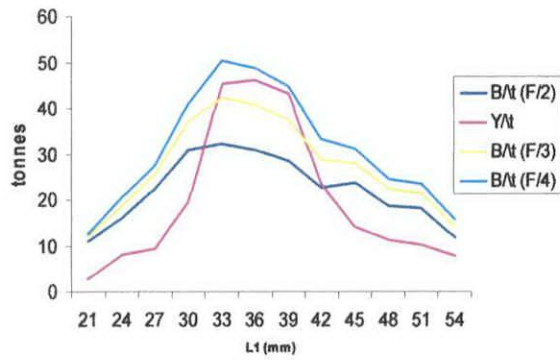


Figure C2 : Application du modèle de Jones (1983) : Les Différentes simulations.

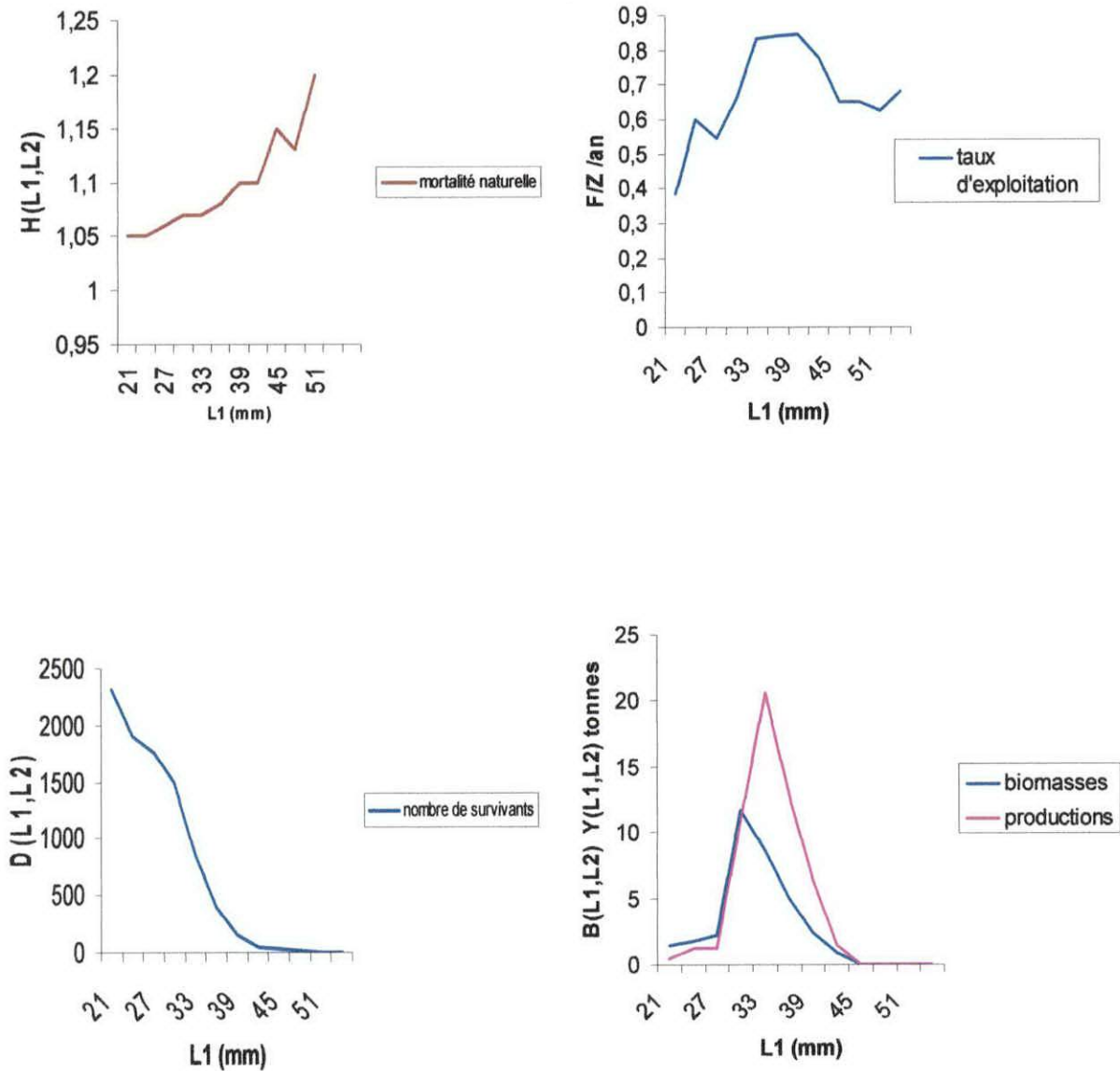


Figure D1 : Application du modèle de Thompson et Bell (1934) sur le stock de crevette rouge de la région de Bejaia.

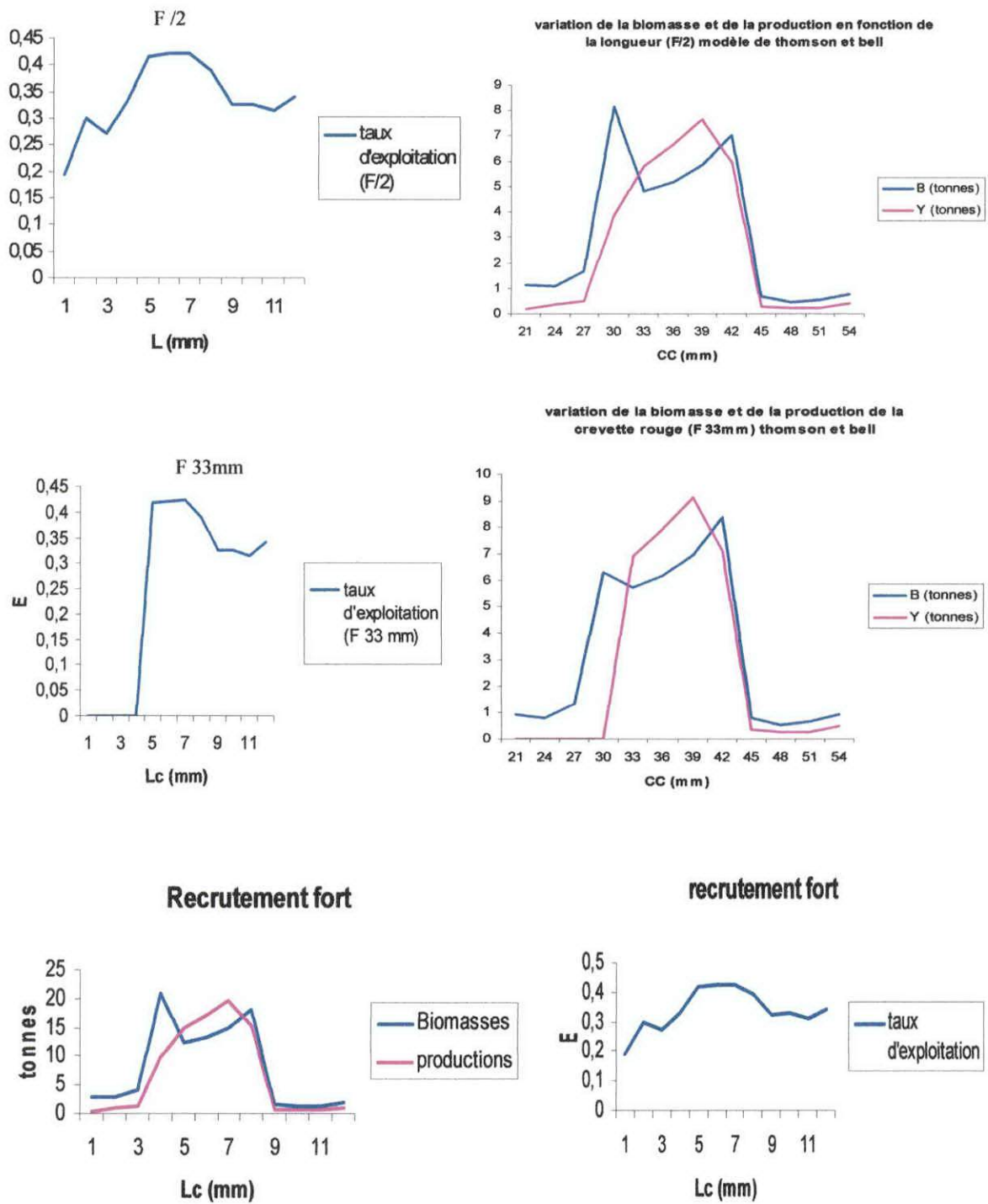


Figure D2 : Application du modèle de Thompson et Bell (1934) : Les Différentes simulations.

ANNEXE 5

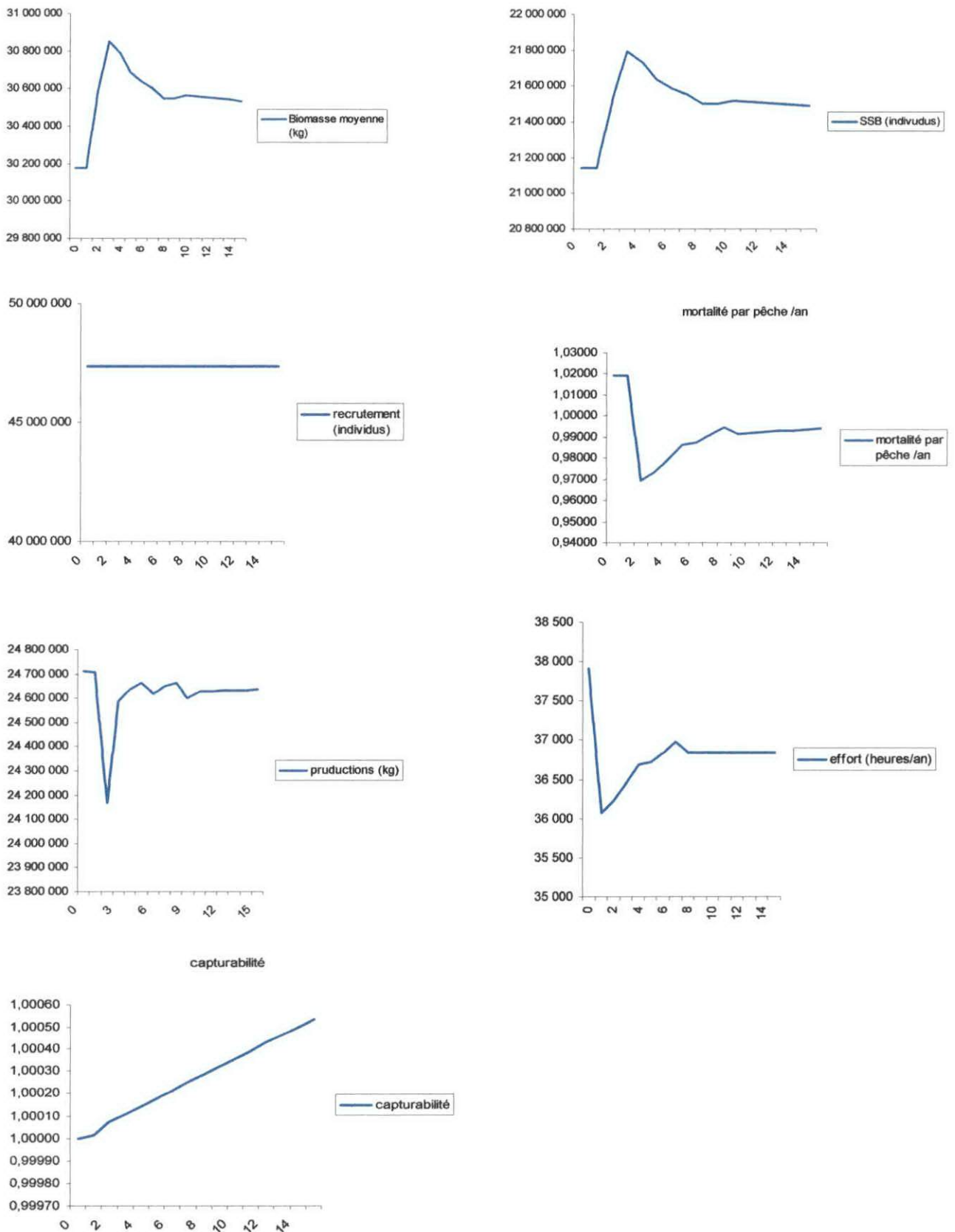


Figure E1 : Scenario 0 : L'état biologique initial de la pêcherie crevettière de la région de Bejaia (Modélisation Bioéconomique par le programme MEFISTO, Lleonart et *al.*, 2003)

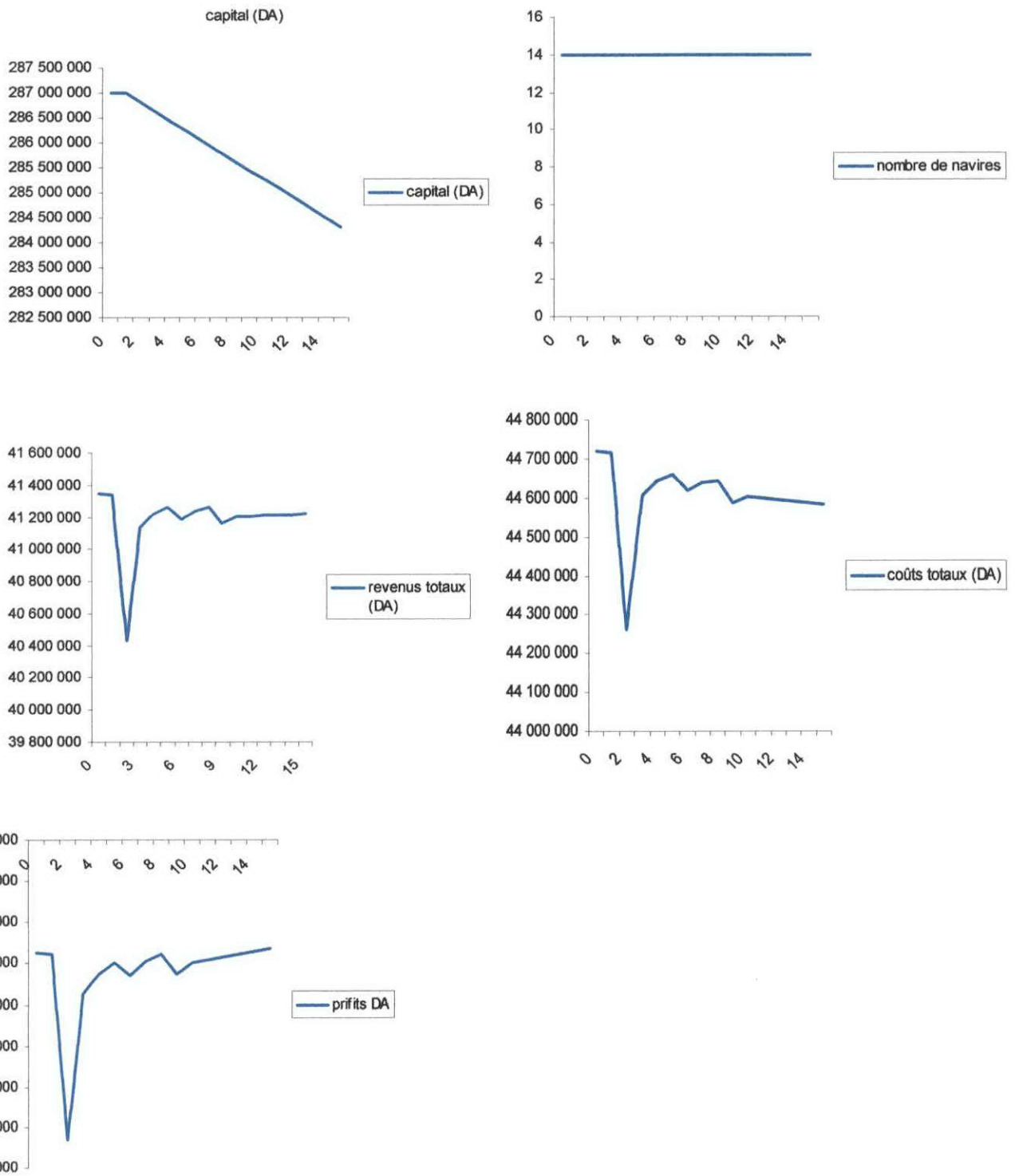


Figure E1 : Scenario 0 : L'état économique initial de la pêche crevettière de la région de Bejaia (Modélisation Bioéconomique par le programme MEFISTO, Leonart et *al.*, 2003)

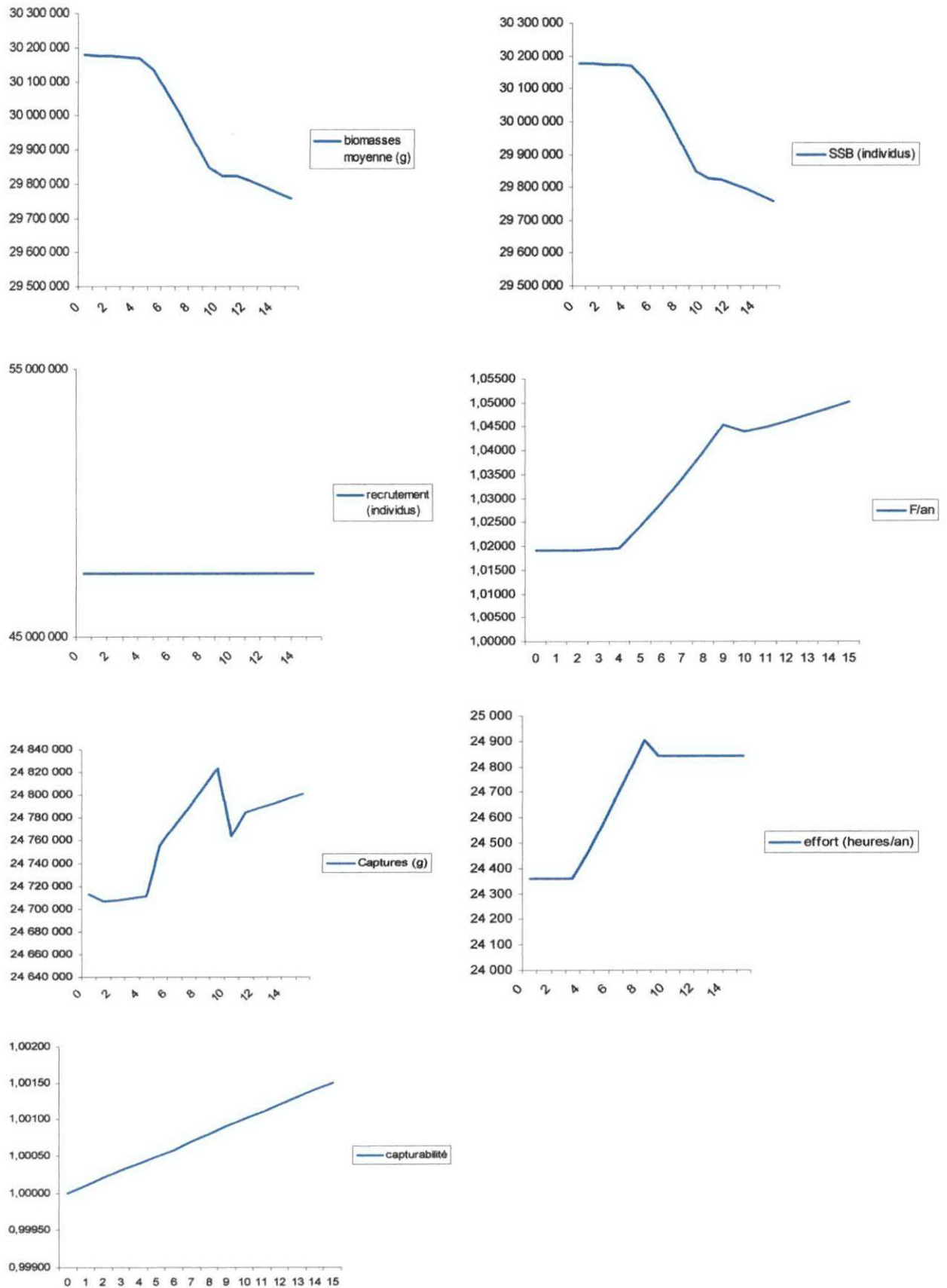


Figure E2 : Scénario 1 : Impact biologique de la diminution de l'effort (13H/J) et du prix de gasoil (subvention de l'état) à 12DA le litre (4eme année)

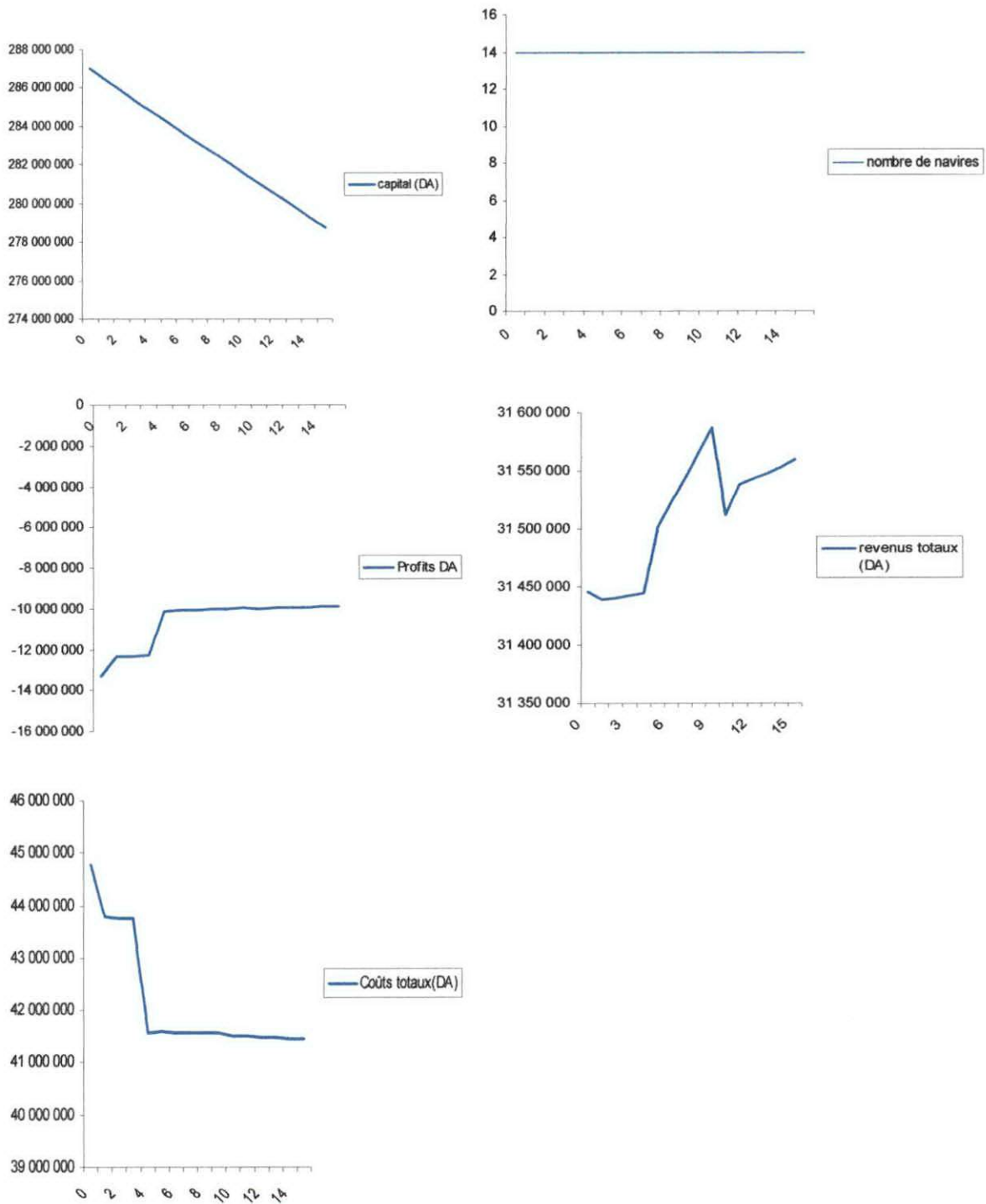


Figure E2 : Scénario 1 : Impact économique de la diminution de l'effort (13H/J) et du prix de gasoil (subvention de l'état) à 12DA le litre (4eme année)

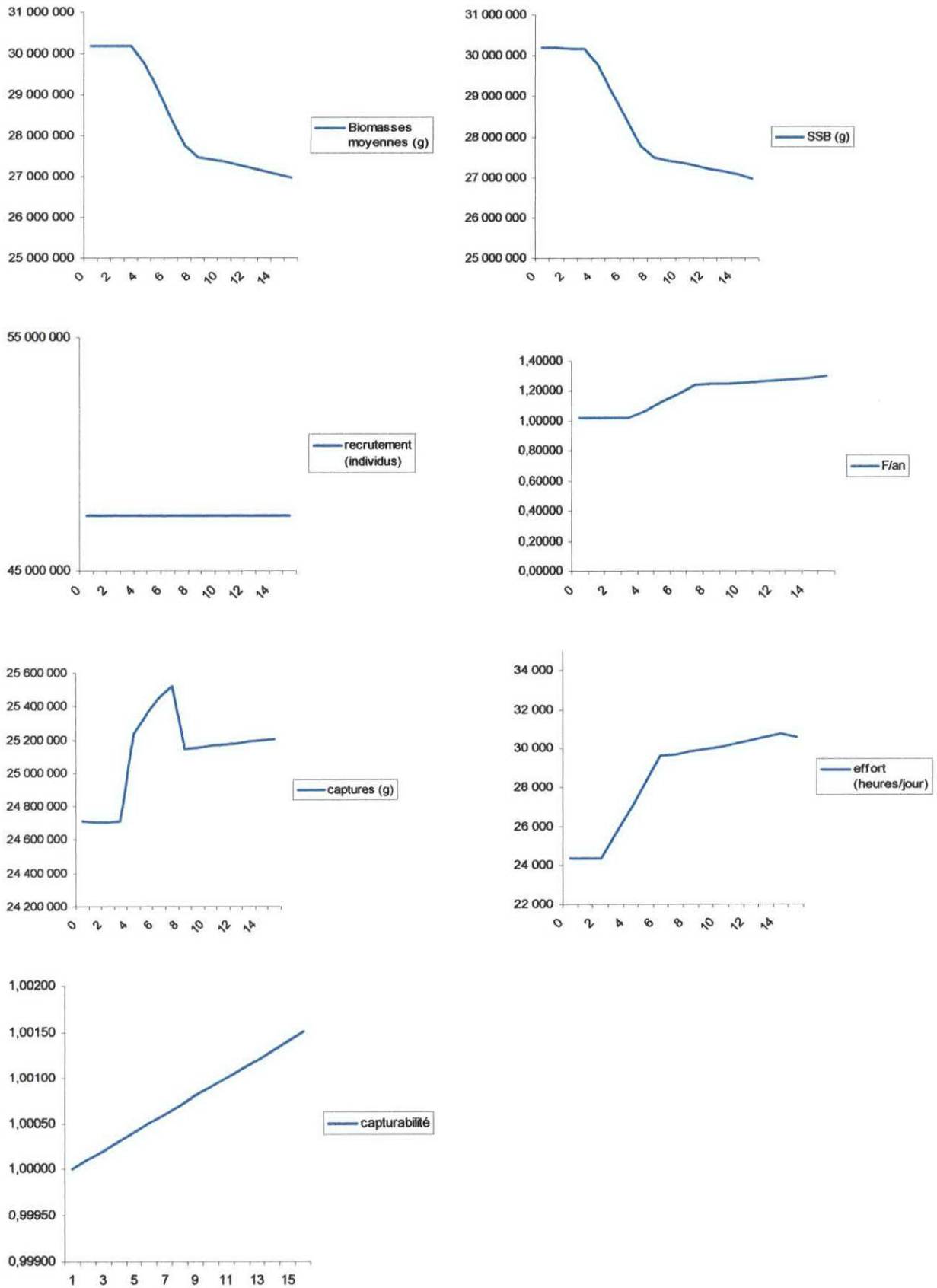


Figure E3 : Scénario 2 : Impact biologique de l'augmentation de l'effort nominal (17h/jour) et 200 jours/an, augmentation du prix du fuel (14DA), augmentation du prix du marché (800DA/Kg) et introduire un nouveau bateau (à partir de la 3ème année)

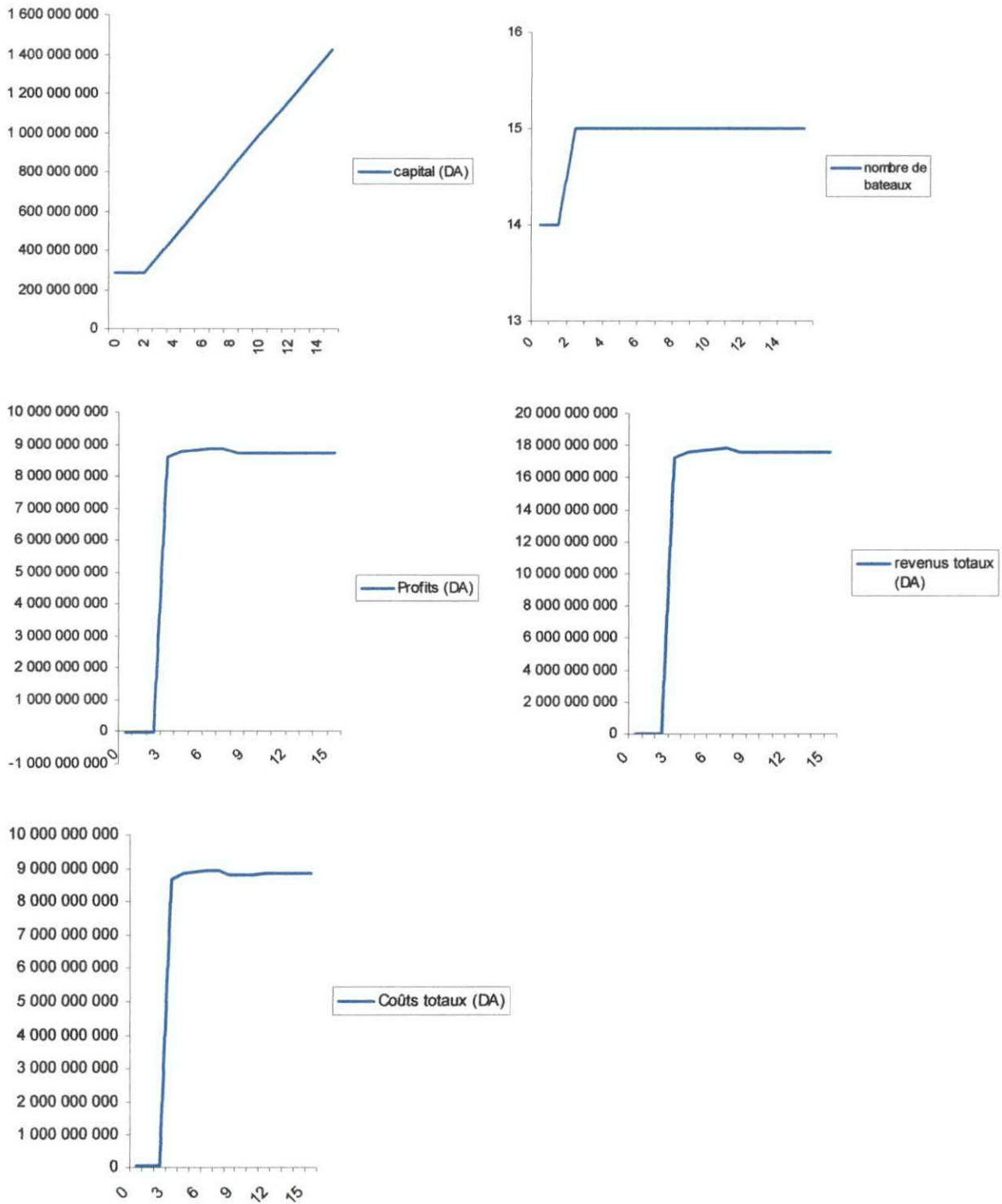


Figure E3 : Scénario 2 : Impact économique de l'augmentation de l'effort nominal (17h/jour) et 200 jours/an, augmentation du prix du fuel (14DA), augmentation du prix du marché (800DA/Kg) et introduire un nouveau bateau (à partir de la 3^{ème} année)

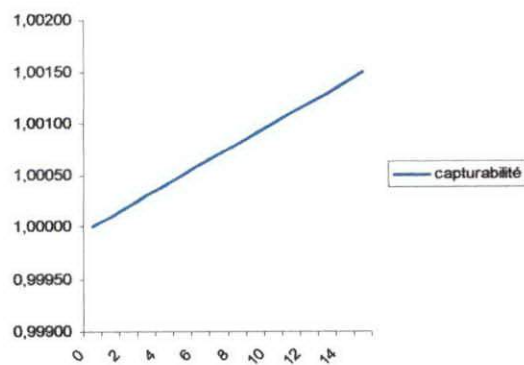
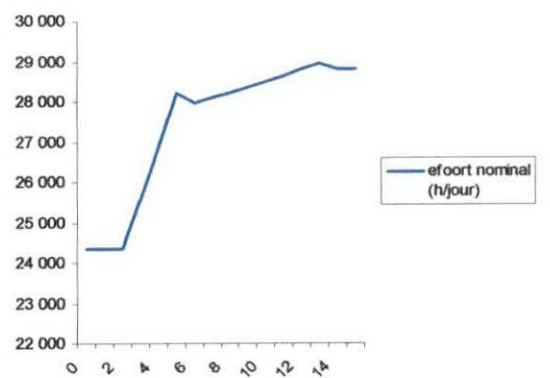
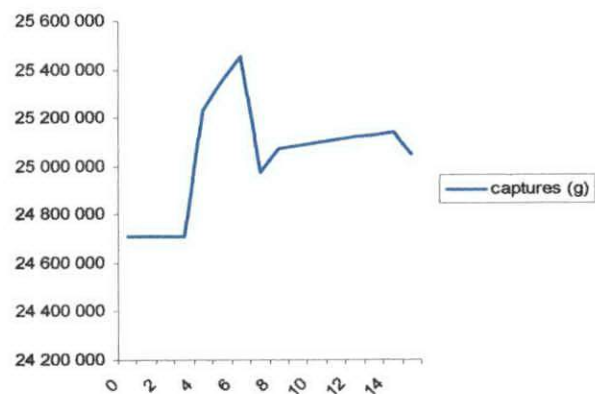
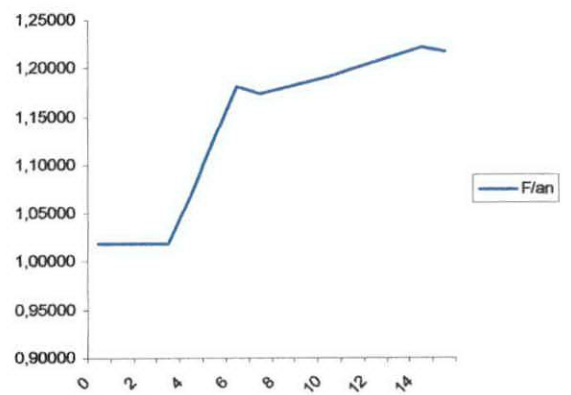
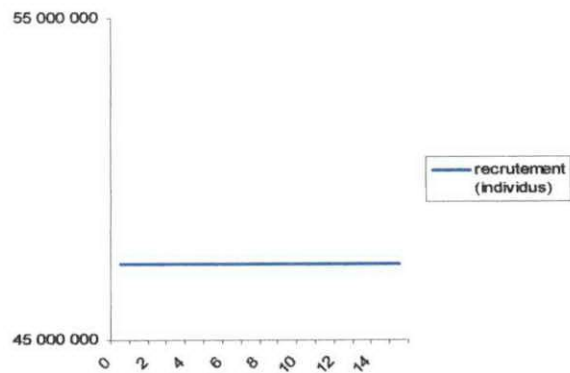
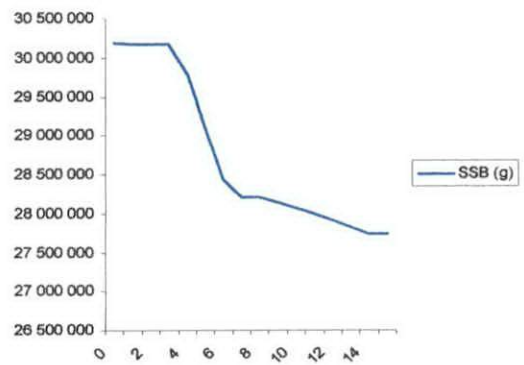
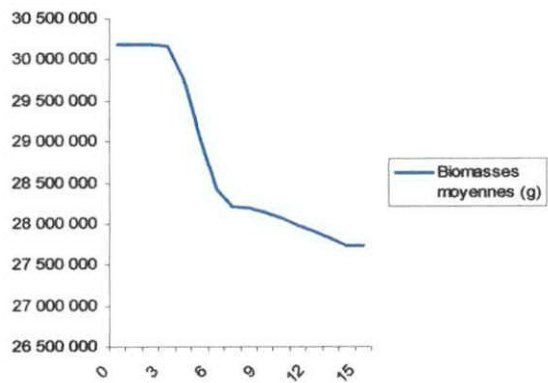


Figure E4 : Scénario 3 : Impact biologique de l'augmentation de l'effort nominal (17h/jour) et 200 jours/an, augmentation du prix du fuel (14DA), augmentation du prix du marché (800DA/Kg) (à partir de la 3ème année)

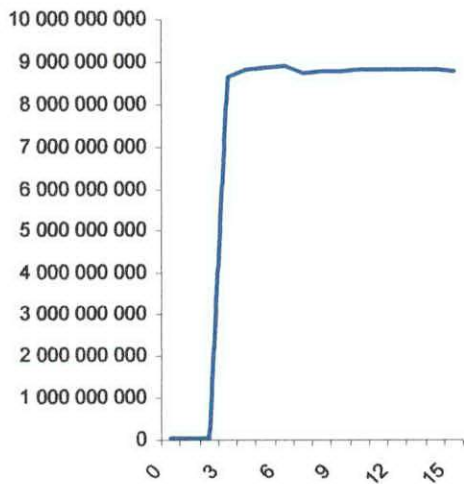
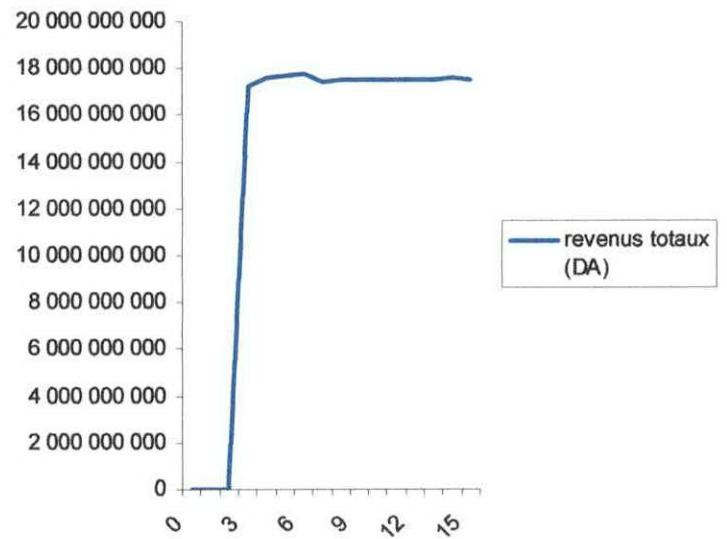
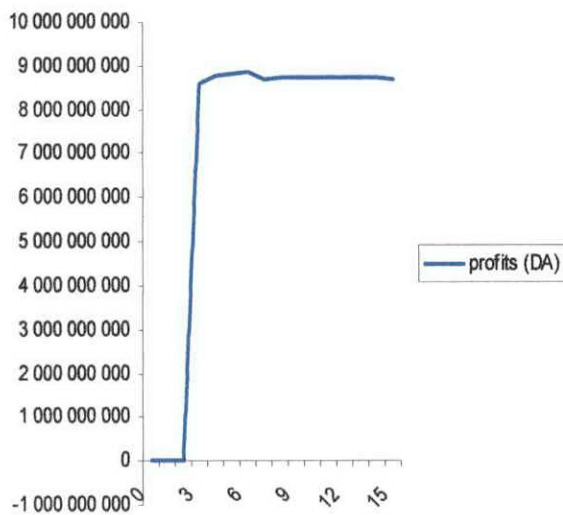
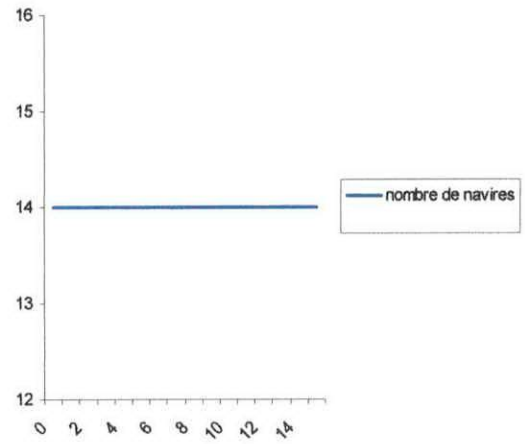
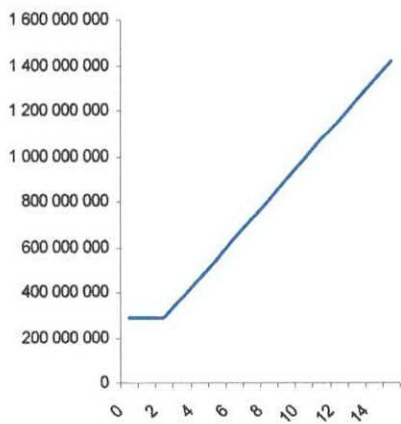


Figure E4 : Scénario 3 : Impact économique de l'augmentation de l'effort nominal (17h/jour) et 200 jours/an, augmentation du prix du fuel (14DA), augmentation du prix du marché (800DA/Kg) (à partir de la 3ème année)