

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

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DE DIPLOME DE MASTER EN SCIENCES
DE LA MER

OPTION : HALIEUTIQUE

Sujet :

Impact de la mortalité totale (Z) sur l'estimation de la biomasse exploitable du merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) de la région centre de la côte algérienne.

Présenté par :

-BOUBTANA Khaled

Soutenu le 18 /10/2012 devant le jury suivant :

Dr. HAMDI. S	Maître de conférences (A)	ENSSMAL	Présidente
Dr. BOUAZIZ. A	Maître de conférences (A)	Université d'Alger	Promoteur
Dr. HEMIDA. F	Maître de conférences (A)	ENSSMAL	Examineur
Mme. BOUAICHA. F	Maître assistante (A)	ENSSMAL	Examinatrice

Promotion : 2011-2012

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont permis, par leurs remarques, leurs conseils et leur disponibilité, l'élaboration de cette étude.

Nous tenons tout d'abord à adresser nos plus vifs remerciements au Dr Bouaziz A, qui nous a proposé ce sujet, et qui nous a bien orienté afin de finaliser rédiger ce travail.

Nous tenons, à remercier Dr Hamdi S, qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury en dépit de ses nombreuses occupations.

C'est avec un grand plaisir que nous remercions Dr Hemida F., pour avoir pris le temps d'examiner ce travail, pour ses critiques constructives.

Nous remercions Mme Bouaicha F, d'avoir aimablement accepté d'évaluer ce modeste travail.

Nous tenons à remercier nos chers parents et famille qui nous ont constamment aidés de leurs conseils, encouragements, et de leur soutien moral tout le long de nos études.

Aussi, nous ne pouvons-nous empêcher de remercier, et sans exception, tous nos collègues de notre promotion de fin d'études, tous nos amis où qu'il soit, à tous ceux qui nous ont aidé et soutenus, un grand merci à vous, sans oublier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent mémoire.

Un grand merci à l'ensemble des personnes de l'E.N.S.S.M.A.L, qui nous ont permis de réaliser cette étude dans les meilleures conditions de travail et dans une bonne ambiance.

Nous espérons n'avoir oublié personne, si c'est le cas veuillez nous le pardonner.

SOMMAIRE

Introduction.....	1
-------------------	---

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS

1. Présentation de la région d'étude.....	3
2. Présentation de l'espèce (<i>Merluccius merluccius</i> , Linnaeus, 1758)	3
2.1. Position systématique de merlu.....	3
2.2. Distribution géographique.....	4
2.3. Biologie de l'espèce.....	5

CHAPITRE II

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel.....	6
2. Méthodes.....	7
2.1. Choix des logiciels	7
2.2. Etude de l'âge.....	7
2.3. Calcul de la mortalité totale Z.....	8
2.4. Mortalité naturelle (M) par le modèle de Pauly (1980 ; 1984a) in (Bouaziz, 2007)	9
2.5. Etude de l'exploitation.....	9
2.5.1. Méthodes faisant appel à la population virtuelle par âges (AC).....	10
2.5.2. Paramètres requis pour l'application de la VPA.....	11
2.5.3. Équation de la biomasse.....	13
2.5.4. Modèle de rendement par recrue.....	13
2.5.5. Modèle de biomasse par recrue.....	14

2.5.6. Points de références biologiques.....	15
2.5.7. Calcul du point de référence biologique $F_{0.1}$	15

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Détermination de l'âge.....	16
2. Paramètres de croissance linéaire.....	17
3. Calcul des mortalités	18
3.1.Calcul de la mortalité totale Z.....	18
3.2.Mortalité naturelle (M).....	18
3.3.Mortalités par pêche.....	19
4. Etude de l'exploitation.....	20
4.1.Rendement par recrue.....	20
4.2.Analyse de la VPA du merlu de la région centre de la côte algérienne.....	22
4.2.1. Captures en nombre d'individus.....	22
4.2.1.1.Captures en nombre d'individus.....	23
4.2.1.2.Captures en poids d'individus.....	25
4.3.Analyse de la biomasse.....	28
4.3.1. Evolution en nombre.....	29
4.3.2. Evolution en poids.....	29
4.4.Analyse des mortalités par pêche (F).....	31
4.5.Biomasse totale équilibrée (D).....	34
4.6.Rendement par recrue et biomasse par recrue.....	36
4.7.Avis de gestion selon les résultats obtenus.....	38
Conclusion.....	40
Bibliographie.....	42

ANNEXES

*Listes des tableaux, des
figures, des acronymes et des
symboles*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Distribution des fréquences de tailles de *Merluccius merluccius* de la région centre de la côte algérienne (sexes confondus).

Tableau 2 : Données nécessaires pour le calcul de la VPA et de l'analyse de cohorte par la longueur de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Tableau 3. Clé âge-longueur de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenue par le FISAT II, (1.2.0) (Gayanilo *et al*, 2005).

Tableau 4 : Expressions de von Bertalanffy.

Tableau 5. Paramètres de l'équation de la courbe de von Bertalanffy obtenus à l'aide du FISAT II, (1.2.0) (Gayanilo *et al*, 2005) Fishparm 3.0S (Saila *et al*, 1988) et VONBIT (Stamatopoulos *et Caddy*, 2012),

Tableau 6 : Taux de mortalité totale obtenus pour différentes valeurs de L_{∞} et K.

Tableau 7. Mortalité naturelle de *Merluccius merluccius* obtenus pour différentes valeurs de L_{∞} et K. .

Tableau 8. Coefficient des mortalités de *Merluccius merluccius* selon la littérature.

Tableau 9. Coefficient de mortalité par pêche de *Merluccius merluccius* obtenus pour différentes valeurs de Z et M.

Tableau 10 : Rendement par recrues obtenus pour les différents paramètres de croissances.

Tableau 11 : Rendements totales obtenus pour les différents paramètres de croissances.

Tableau 12. Résultats de l'état du stock du merlu dans la région d'étude.

Tableau 13. Captures en nombre en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenues par le programme VIT (Lleonart *et salat*, 2000).

Tableau 14. Captures en poids en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenues par le programme VIT (Lleonart *et salat*, 2000).

Tableau 15. Résultats de la biomasse obtenus par VPA de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

Tableau 16. Différents types d'âges et de tailles obtenus par le programme VIT (Lleonart *et Salat*, 2000).

Tableau 17 : Mortalités par pêche en fonction de la taille obtenues par l'analyse de cohorte et par la VPA de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Tableau 18. Caractéristique de la biomasse de merlu de la région centre.

Tableau 19: Rendements et biomasses par recrue en fonction de (F) de *merluccius merluccius* de la région centre.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la zone retenue pour l'étude (**Bouaziz et al, 2012**).

Figure 2. Le merlu (*M. merluccius* , **Linnaeus, 1758**) capturé dans la baie d'Alger.

Figure 3 : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Merluccius merluccius* tous sexes confondus de la région centre en cohortes par la méthode de **Bhattacharya (1967 in FISAT II, (1.2.0) (Gayanilo et al, 2005)**.

Figure 4 : Capture en nombre d'individus en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Figure 5 : Capture en poids d'individus en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre

Figure 6: Variation en nombre moyen virtuel en fonction de la taille de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

Figure 7: Variation en poids moyen virtuel en fonction de la taille de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

Figure 8: Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenues par l'analyse de la VPA, de *merluccius merluccius* de la région centre

Figure 9: Les entrées et les sorties de la biomasse totale équilibrée de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Figure 10 : Rendements et biomasses par recrue de *M .merluccius* de la région d'étude.

Figure 11 : Rendement (Production) et biomasse moyenne de *M. merluccius* de la région d'étude

ANNEXES

Figure 1 : rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le FISAT II).

Figure 2 : rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme ELEFEN I).

Figure 3 : Rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme Fishparm).

Figure 4 : Rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme VONBIT).

Figure 6 : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme ELEFEN I).

Figure 7. : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme Fishparm).

Figure 8. : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme VONBIT).

LISTE DES ACRONYMES

CIEM : Conseil International des Etudes Marines

CGPM : Conseil Général des Pêches en Méditerranée

EGPP : Entreprise de gestion des Ports de Pêche

FAO : Food and Agriculture Organization

FISAT : FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools

FISHPARM : Fisheries Estimation by Nonlinear Parameter program

MPRH : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques

PRB : Point de Référence Biologique (ou BRP : Biological Reference Point)

VIT : Software for fishery analysis

LISTE DES SYMBOLES

- a** : Constante de la relation d'allométrie
- b** : Coefficient d'allométrie
- B** : Biomasse moyenne annuelle se trouvant dans la mer pendant une année (g ou tonnes)
- B_i** : Biomasse moyenne annuelle de la cohorte appartenant à la classe i (g ou tonnes)
- B_t** : Biomasse moyenne calculée à l'âge t (g ou tonnes)
- B/R** : Biomasse par recrue (g)
- BF** : Biomasse féconde (ou SSB : Spawning Stock Biomass) (g ou tonnes)
- B_v** : Biomasse vierge (ou B₀) (g ou tonnes)
- C_i** : Capture en nombre de chaque âge i
- C C** : Centre de classe (cm)
- D** : Biomasse totale équilibrée (g ou tonnes)
- F_{0,1}** : Point de référence biologique cible selon l'analyse de Y/R (/an)
- F_{max}** : Point de référence biologique limite selon l'analyse du Y/R (/an)
- F_{act}** : Effort de pêche à l'état actuel d'exploitation (/an)
- F₀** : Effort de pêche nul (absence de pêche et stock à l'état vierge)(/an)
- K** : Coefficient de vitesse de croissance (/an)
- L_t** : Longueur totale au temps t (cm)
- M** : Mortalité naturelle (/an)
- MSY** : Maximum Sustainable Yield ou Capture Maximale Soutenue (g/an)
- N_i** : Effectif en nombre de la classe i
- N_{i+1}** : Nombre de survivants à la fin de l'année
- N_i** : Nombre moyen annuel de la cohorte de la classe i
- R** : Recrutement
- t₀** : Âge auquel la taille du poisson est théoriquement nulle (an)
- W_i** Poids moyen de la cohorte de la classe i (g ou tonnes)
- Y** : Capture (ou rendement) (Yield) (g/an ou tonnes/an)

Y/R : Rendement par recrue (g/an)

Z : Mortalité totale (/an)

Introduction

Introduction

Durant ces dernières années un débat international s'anime autour de l'effondrement et la raréfaction d'un grand nombre de stocks halieutiques stratégiques à travers différentes régions du monde. L'augmentation incessante de la pression de pêche sur des stocks halieutiques de plus en plus limités, malgré leur aptitude à s'auto renouveler, est désignée comme étant la principale cause de la diminution des abondances des ressources halieutiques et constitue la plus grande menace au développement durable de l'activité de pêche (**Belouahem, 2009**).

La dynamique des populations « classique » néglige l'effet des variations des mortalités sur les stocks exploités. Lorsque l'on applique les modèles de dynamique (modèles globaux, modèles analytiques), le fait que les changements dans la valeur de M au cours du temps ne sont pas pris en considération, explique souvent les nombreux échecs observés dans l'analyse de l'évolution des stocks qui, par nature, sont instables car très sensibles aux fluctuations climatiques (**Brêthes et O'Boyle, 1993**).

Merluccius merluccius est une espèce à haute valeur commerciale (**Aldebert et Carries, 1989 ; Martin, 1991 ; Oliver et Massuti, 1995**) ; elle est considérée parmi les principales espèces demersales (**FAO, 2005**).

De nombreux aspects bio-écologiques, halieutiques et génétiques de cette espèce ont été étudiés en Atlantique (**Casey et Periero, 1995**), (**Bertignac et de Pontual, 2007**) et en Méditerranée (**Bartolino et al, 2008**), (**Mellon-Duval et al. 2010**). En Algérie, le merlu a fait l'objet des travaux présentés par (**Maurin, 1968**), (**Bouaziz, 1992**), (**Djabali et al, 1993**) et (**Bouaziz et al, 1998**).

Quant est-il donc du stock de merlu (*Merluccius merluccius*, **Linnaeus, 1758**) exploité dans la région centre de la côte algérienne comprise entre Ténès et Bejaïa et quelle est la quantité maximum qui puisse être pêchée annuellement sans affecter la capacité du stock à se régénérer convenablement? Et quelle est l'impact de la variation du taux de mortalité totale Z sur l'estimation de sa biomasse exploitable ?

Afin de répondre à ces questions pertinentes, une étude d'évaluation du stock halieutique de *Merluccius merluccius* exploité dans la région centre de la côte algérienne a été entreprise, et ce, en vue d'estimer la biomasse disponible (exploitable) et de proposer des recommandations de gestion sur la base d'un diagnostic du stock et du régime d'exploitation.

Le présent travail s'articule autour de trois chapitres à savoir, la présentation de la zone d'étude sous forme d'une synthèse bibliographique et la présentation générale du merlu (*Merluccius merluccius*, **Linnaeus, 1758**) ; le deuxième chapitre portera sur l'étude de l'âge, la croissance et les mortalités qui sont des paramètres nécessaires pour l'étude de la dynamique des populations ; et enfin, le dernier chapitre est consacré à l'étude de l'exploitation. Celle-ci, sera abordée par l'application du logiciel VIT (**Lleonart et Salat, 2000**) qui constitue un outil d'évaluation de l'analyse de population virtuelle (VPA), de la biomasse, du rendement par recrue et du rendement totale qui est hautement recommandé pour ma pêcherie Méditerranéenne.

Chapitre I

Généralités

1. Présentation de la région d'étude

La façade maritime de notre zone d'étude s'étale sur une longueur de 370 km environ, elle est bornée entre le cap Ténès à l'Ouest et le cap Carbon à l'Est. Elle abrite 16 ports, répartis en 6 wilayas maritimes qui sont: Chlef, Tipaza, Alger, Boumerdés, Tizi-Ouzou et Bejaia, connus pour leurs biodiversités et leurs grandes richesses en faune et flore. (EGPPA, 2010).

La zone d'étude se situe entre : 1° 20'15'' à l'Ouest et 5° 6'27'' à l'Est (Figure 1).

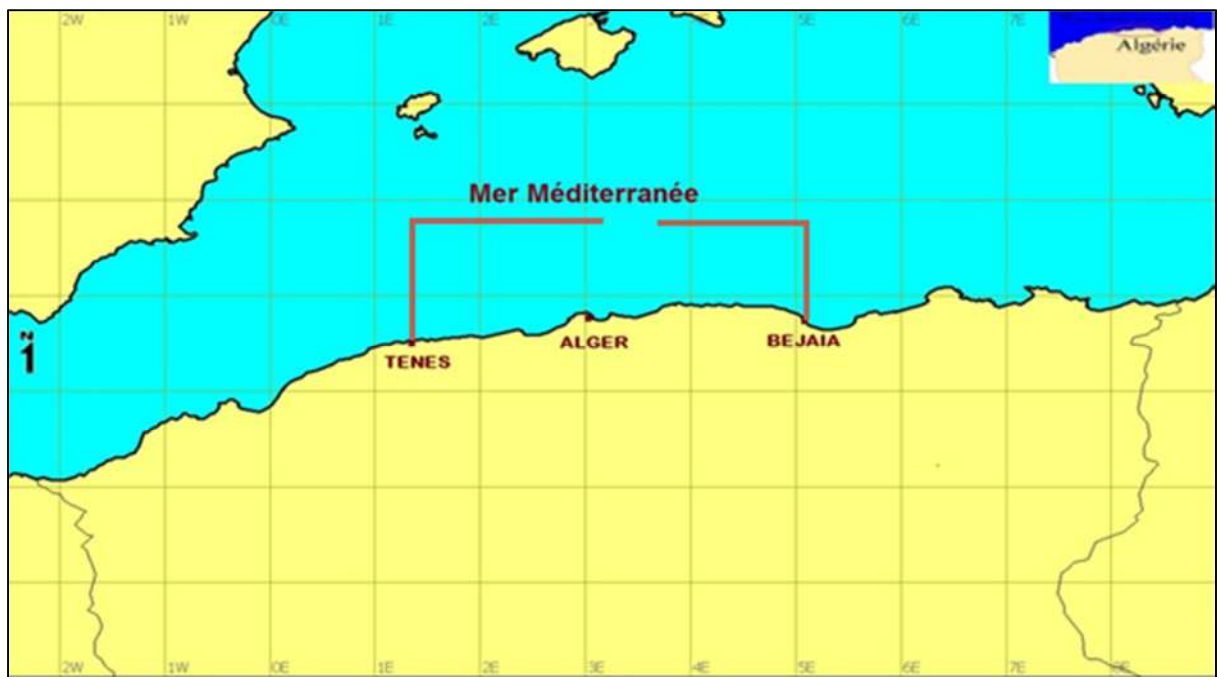


Figure 1 : Situation géographique de la zone retenue pour l'étude (Bouaziz *et al*, 2012).

2. Présentation de l'espèce (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758)

2.1. Position systématique de merlu

Le groupe de poissons connu sous le nom de merlu comprend 13 espèces appartenant au genre *Merluccius*. Il est largement réparti entre les deux hémisphères, dans les océans Atlantique, Pacifique et Indien (Bodiguel, 2008)

Régne : Eucaryota

Sous-Règne : Metazoa

Phylum : Chordata

Sous-Phylum : Craniata

Embranchement : Vertébrata

Super classe : Gnathostoma

Classe : Ostéichtyes

Sous-classe : Actinoptérygii

Super ordre : Téléostéei

Ordre : Gadiformes

Famille : Merlucciidae

Genre : *Merluccius* **Rafinesque, 1810**

Espèce : *merluccius* **Linnaeus, 1758**



Figure 2. Le merlu (*M merluccius*, **Linnaeus, 1758**) capturé dans la baie d'Alger.

2.2. Distribution géographique

Le merlu Européen, *Merluccius merluccius* (**Linnaeus, 1758**), est une espèce cosmopolite largement répandue dans l'Atlantique s'étendant de la Mauritanie jusqu'aux côtes norvégiennes (**Casey et Pereiro, 1995**) et plus spécifiquement *Merluccius merluccius*

smiridus (**Rafinesque, 1810**) présent dans toute la Méditerranée. Le détroit de Gibraltar constitue une frontière géographique limitant les échanges entre les populations atlantiques et méditerranéennes. Des études génétiques menées sur le merlu ont confirmé cette séparation (**Pla et al, 1991; Roldán et al, 1998 ; Castillo et a., 2003 ; Cimmaruta et al, 2005**).

(**Roldan et al, 1998; Lundy et al, 1999**) ont abouti à la différenciation de quatre espèces génétiquement différentes :

- le merlu évoluant dans les eaux ibériques (Nord de l'Espagne et côtes Portugaises);
- le merlu du golfe de Gascogne et de la mer Celtique;
- le merlu évoluant dans les eaux de l'Ouest de la Norvège; et
- le merlu de la Méditerranée.

2.3. Biologie de l'espèce

La biologie de l'ensemble des espèces du genre *Merluccius* est liée aux caractéristiques hydrodynamiques et écologiques du milieu dans lequel elles évoluent (**Jeffrey et Taggart, 2000; Oliver et al, 2003; Alvarez et al, 2004**). Les rapports entre le merlu et son milieu sont semblables quel que soit le secteur géographique.

Le merlu est un poisson vorace et prédateur, exclusivement carnivore. Les adultes se nourrissent généralement de poissons (anchois, sardines....etc.) (**Ferraton, 2007**).

Le suivi de la maturité sexuelle du merlu (*M merluccius*, **Linnaeus, 1758**) capturé entre 1987 et 1988 a permis de conclure la présence des femelle et des mâles en ponte en toute saison, avec des maxima en été et en hiver. La taille de la première maturité sexuelle (L_{50}) est atteinte à 30,6 cm pour les femelles et 21,5 cm pour les mâles (**Bouaziz, 1992**).

Chapitre II

Matériel et Méthodes

1. Matériel

Les données du **laboratoire halieutique** nous ont permis d'avoir l'échantillonnage du merlu de la région centre de la côte algérienne. Cet échantillon est composé de 4610 individus, répartis entre 7.5 et 53.5 cm (Tableau 1).

Tableau 1. Distribution des fréquences de tailles de *Merluccius merluccius* de la région centre de la côte algérienne (sexes confondus).

C.C. (cm)	Effectif
7,5	73
9,5	97
11,5	640
13,5	900
15,5	775
17,5	489
19,5	296
21,5	208
23,5	227
25,5	149
27,5	170
29,5	103
31,5	86
33,5	75
35,5	58
37,5	56
39,5	51
41,5	23
43,5	37
45,5	17
47,5	24
49,5	16
51,5	27
53,5	13
Totale	4610

2 . Méthodes

2.1. Choix des logiciels

Pour l'étude de la dynamique du stock de *M merluccius*, nous avons utilisé quatre logiciels recommandés par la FAO :

- **FISAT II** version 1.2.0 (**Gayanilo et al, 2005**) : nous l'avons introduit pour la détermination des paramètres indispensables pour l'étude de la dynamique (clé âge-longueur, paramètres de croissances, mortalités), ainsi l'exécution du programme **ELEFAN I** ;

-**VONBIT** (**Stamatopoulos, 2012**) : La méthode de VONBIT a été développée par (**Stamatopoulos et Caddy, 1987**). La croissance peut être décrite par un linéaire simple dont les paramètres sont deux longueurs théoriques quelconques L_a et L_b . Les paramètres de von Bertalanffy, à savoir la longueur asymptotique L_∞ et l'âge t_0 auxquels la longueur est zéro, et le taux de croissance K sont calculés à une phase séparée en tant que paramètres secondaires ;

- **FISHPARM 3.0S** (**Saila et al, 1988**) : ce programme effectue une estimation des paramètres non linéaire pour 13 différents modèles statistiques couramment utilisés dans les pêcheries, parmi lesquelles le modèle de **von Bertalanffy (1938)** ; et

- **VIT** (**Lleonart et Salat, 2000**) : ce programme constitue un outil d'évaluation de la biomasse, de la production virtuelle, et du rendement et de la biomasse par recrue.

Le choix s'est porté sur ce logiciel du fait qu'il soit conçu pour la pêche méditerranéenne d'une part et présente l'avantage de fonctionner avec des pseudos cohortes, c'est à dire il exige uniquement la connaissance des captures sur un an au lieu d'une série historique d'une dizaine d'années (**Lleonart et Salat, 2000 in Bouaziz, 2007**).

2.2. Etude de l'âge

La détermination de l'âge a été réalisée par la méthode de **Bhattacharya (1967)**, dont le protocole d'application est légèrement modifié par **Gayanilo et al, (2005)**. Ce choix de la méthode a été motivé suite aux recommandations du groupe de travail **DYNPOP** de la **CIESM** [**Abella et al (1995)** ; **Aldebert et Recasens (1995)** ; **Aleman et Oliver (1995)**] et celles de **Campana (2001) in Bouaziz (2007)**.

2.3. Calcul de la mortalité totale Z

La connaissance des effectifs d'une cohorte le long de sa phase exploitée permet une estimation de la mortalité totale qu'elle subit. Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de la mortalité totale Z à partir des distributions de fréquences de tailles. Par exemple, on peut obtenir une évaluation raisonnable de Z en connaissant la longueur moyenne d'un échantillon représentatif de la population (**Beverton et Holt, 1956**) ou en traçant la droite dite des effectifs cumulés (**Jones, 1983 et Pauly, 1997**).

La méthode **Beverton et Holt (1956)** estime Z à partir de la longueur moyenne des poissons figurant dans les captures et les paramètres de von Bertalanffy K et L_{∞} . Cette méthode a été retenue du fait qu'elle s'adapte pour les espèces demersales telle que le merlu (*Merluccius merluccius*, **Linnaeus, 1758**).

Les exigences en matière de données sont encore moindre que dans le cas des méthodes faisant appel à la courbe de capture linéarisée fondée sur les longueurs (**Sparre et Venema, 1996**).

La mortalité s'exprime par l'égalité suivante, définie par **Beverton et Holt (1956, 1957)** :

$$Z = k * \frac{L_{\infty} - \bar{L}}{L - L'}$$

Où

Z est le coefficient instantané de mortalité totale

L_{∞} : longueur asymptotique de poisson

L' : longueur des poissons soient pleinement exploités

\bar{L} : La longueur moyenne des poissons.

Le coefficient de la mortalité totale est la somme des deux coefficients ; de la mortalité : par pêche (F), directement liée à l'exploitation et le coefficient de la mortalité naturelle, (M), due aux causes naturelles (prédation, décès par maladie et vieillesse) (**Sparre et Venema, 1996**).

2.4. Mortalité naturelle (M) par le modèle de Pauly (1980 ; 1984a) in (Bouaziz, 2007)

La méthode de **Pauly (1980 ; 1984a)** a été retenue du fait qu'elle offre la possibilité de reconnaître une valeur de M comme faible ou élevée en la comparant à la valeur étalon dans la base de données "**FishBase**", et permet par conséquent, de détecter un biais dans une évaluation directe de M.

$$\text{Ln}(M) = -0.0066 - 0.279 \text{Ln}(L_{\infty}) + 0.6543 \text{Ln}(K) + 0.4634 \text{Ln}(T)$$

Où :

T : est la température moyenne annuelle de l'eau où la population a été échantillonnée est de 14°C.

2.5. Etude de l'exploitation

L'étude de la dynamique des populations exploitées diffère de celle des populations non exploitées par les buts recherchés et les méthodes utilisées. Elle se propose essentiellement de prévoir les effets pratiques d'une augmentation ou d'une réduction de l'intensité de la pêche et les conséquences de toute mesure de réglementation qui pourrait être proposée et appliquée (**Daget, 1976**).

Pour cela, l'étude de l'exploitation se base sur l'échantillon constitué par l'ensemble des captures et qui représente un pourcentage du stock exploité d'autant plus considérable que la pêche est plus intense. Cette discipline est basée essentiellement sur l'interprétation des statistiques de pêche (prises et efforts) et des paramètres biologiques (croissance et mortalité).

Les méthodes d'estimation des stocks peuvent être regroupées en méthodes synthétiques ou globaux et méthodes analytiques ou structurales.

Afin d'étudier la dynamique de la population de *M. merluccius* de la région centre de la côte algérienne, nous avons opté pour l'analyse analytique, en raison de l'imprécision des résultats de l'analyse globale, et ce, suite à l'absence d'une série chronologique raisonnablement des captures s'étalant sur plusieurs années. Pour cela, les méthodes rétrospectives, qui font appel à des données historiques appelées analyse de population virtuelle ou analyse de cohorte (VPA) sont utilisées dans le présent travail. Ces méthodes sont tournées vers l'avenir, alors, sont appelées méthodes prédictives ou méthodes de **Thompson et Bell (Sparre et Venema, 1996)**.

Dans le présent travail, Le choix s'est porté sur le logiciel **VIT (Lleonart et Salat, 2000)**, c'est un logiciel recommandé par la FAO, du fait qu'il est conçu pour la pêche méditerranéenne. Ce logiciel constitue un outil d'évaluation de la biomasse, de la population virtuelle, et de la biomasse par recrue, et présente l'avantage de fonctionner avec des pseudo-cohortes, c'est-à-dire, qu'il exige uniquement la connaissance des captures sur un an au lieu d'une série historique d'une dizaine d'années (**Lleonart et Salat, 2000 in Bouaziz, 2007**).

2.5.1. Méthodes faisant appel à la population virtuelle par âges (AC)

L'analyse de populations virtuelles (VPA) dite analytique ou structurale, dépasse l'approche globale en "plongeant" dans les mécanismes de la dynamique du stock, elle s'appuie sur la connaissance des captures faites à chaque âge pour mesurer les processus de disparition d'une cohorte, et en déduire une estimation de l'abondance des individus de chaque âge chaque année (**Christelle, 2003**).

La VPA est l'une des plus puissantes techniques disponibles actuellement pour l'analyse des pêcheries (**Hilborn et Walters, 1992**). Mais parallèlement, elle est très gourmande en données. Elle nécessite notamment une matrice de capture détaillée par âge. L'objectif majeur de la (VPA) est la détermination de l'effectif d'une cohorte (N_i) et les coefficients de mortalité par pêche (F_i) pour les différentes classes (tailles ou groupes d'âge), tout en tenant compte aussi bien des captures par classe, que des pertes occasionnées par différentes causes naturelles (**Jones, 1984**).

D'après (**Lleonart et Salat, 2000 in Bouaziz, 2007**), le nombre au début et à la fin de cette dernière classe d'âge, est aussi le nombre à la fin de la classe précédente. Soit N_{i+1} le nombre de survivants à la fin de l'avant-dernière classe.

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

Où :

C_i : capture en nombre de chaque âge i ;

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

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

Δt_i : intervalle de temps.

On peut estimer F_i de la classe antérieure qui est la seule variable inconnue dans l'expression. L'estimation peut nécessiter des méthodes itératives.

Finalement, pour estimer N_i le nombre de survivants au début de la classe, on peut utiliser l'expression :

$$N_i = N_{i+1} * (e^{(M_i + F_i) \Delta t_i} - 1)$$

En répétant ce processus pour toutes les classes antérieures, on obtiendra successivement les paramètres à tous les âges, jusqu'au premier âge. Se rappeler que N_i est aussi le nombre de survivants de la classe (i -1) antérieure.

Quand la cohorte est complètement pêchée, le nombre à la fin de la dernière classe est zéro et la capture C doit être calculée par :

$$C_{i+1} = (F_{term}/Z) * N_{i+1}$$

2.5.2. Paramètres requis pour l'application de la VPA

L'analyse de l'état d'une pêcherie dépend de la disponibilité des renseignements appropriés dont la plupart peuvent être obtenus de la pêcherie elle-même. Les études d'évaluation des stocks halieutiques établissent un diagnostic de l'exploitation en calculant les taux de pêche exercés ainsi que les quantités de poissons exploités (**Holden et Raitt, 1974**).

Les résultats issus de l'étude biologique de 4610 individus tout sexes confondus, mesurant entre 7 et 54 cm, fournis les paramètres indispensables pour l'étude de l'exploitation du stock de (*Merluccius merluccius*, **Linnaeus, 1758**) de la région centre (Tableau. 2). Le principe de cette étude se basera sur la méthode d'analyse des Populations Virtuelles ou VPA (Virtual population Analysis) en fonction des longueurs couplée à une analyse des rendements par recrues.

Tableau 2 : Données nécessaires pour le calcul de la VPA et de l'analyse de cohorte par la longueur de *Merluccius merluccius* de la région centre.

C.C. (cm)	Effectif	% matures	Clé âge longueur
7,5	73	0	Âge (an) 1 2 3 4 5
9,5	97	0	
11,5	640	0	Taille (cm) 16.13 27.1 34.5 40.5 46.5
13,5	900	0	Equation de la croissance linéaire
15,5	775	0,042	
17,5	489	0,067	$L_T = 65.9 (1 - e^{-0.23(t+0.24)})$
19,5	296	0,1	Relation taille poids
21,5	208	0,16	
23,5	227	0,21	$W_T = 0.006L_T^{3.02}$
25,5	149	0,38	Mortalités (an-1)
27,5	170	0,58	
29,5	103	0,79	F=1.59, M=0.38, Z=1.98
31,5	86	0,87	Taille de la première maturité sexuelle (♀ ♂)
33,5	75	0,96	
35,5	58	1	$L_{50} = 24.59$ cm
37,5	56	1	
39,5	51	1	La production annuelle de merlu dans la région centre de l'Algérie pour l'année 2011 est de 260.4 tonnes (Bouaziz comm. Per., M.P.R.H, 2012)
41,5	23	1	
43,5	37	1	
45,5	17	1	
47,5	24	1	
49,5	16	1	
51,5	27	1	
53,5	13	1	

2.5.3. Équation de la biomasse

Une fois la population en nombre est reconstituée, la biomasse est immédiatement calculée à partir de l'équation :

$$\bar{B}_i = \bar{N}_i \times \bar{W}_i$$

Où :

\bar{B}_i : Biomasse moyenne annuelle de la cohorte appartenant à la classe i;

\bar{N}_i : Nombre moyen annuel de la cohorte de la classe i; et

\bar{W}_i : Poids moyen de la cohorte de la classe i.

2.5.4. Modèle de rendement par recrue

L'hypothèse de départ du modèle de **Beverton et Holt (1957)**, est que les mortalités gardent une valeur moyenne constante quel que soit l'âge des poissons et qu'il existe une loi de croissance pondérale moyenne valable pour tous les âges. L'estimation du rendement pondéral d'une classe d'âge peut être étendue à l'ensemble du stock. L'emploi du modèle de **Beverton et Holt (1957)** est possible à condition que la croissance du stock soit isométrique (**Hemida, 1987**).

Selon (**Lleonart et Salat, 1997 ; in Bouaziz, 2007**), l'analyse de rendement par recrue, Y/R, permet une vision plus globale de la population étudiée. Le recrutement et le rendement correspondent respectivement au nombre initial d'individus de la première classe, et le poids total de la capture. Ainsi, le rendement par recrue peut être obtenu en divisant la capture totale par le nombre de recrues calculées par la VPA. La courbe de production par recrue présente fréquemment un maximum : la production maximum équilibrée (MSY ou Y_{\max}/R).

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

$$Y / R = (1/ N_i) \times \Sigma (N_{i \text{ moy}} \times W_{i \text{ moy}} \times F_i)$$

Où :

$$N_{\text{ moy}} = (N_i (1 - e^{-Z_i \Delta t_i})) / Z_i$$

N_i : le nombre moyen des individus de chaque classe i ;

W_i : le poids moyen de chaque classe i ;

F_i : la mortalité par pêche pour chaque classe i (sont calculées par la VPA).

L'utilité de l'analyse de rendement par recrue Y/R , consiste précisément en l'observation de ses comportements en variant l'effort de pêche (**Bouaziz, 2007**).

2.5.5. Modèle de biomasse par recrue

Le modèle de biomasse par recrue de (**Beverton et Holt, 1957**) exprime la biomasse moyenne annuelle des survivants en fonction de la mortalité par pêche (ou de l'effort). La biomasse moyenne est liée à la capture par unité d'effort et aux valeurs de rendement par recrue.

D'après (**Sparre et Venema, 1996**), la capture en effectifs par année peut s'exprimer comme suit :

$$C = F * \bar{N}$$

De la même manière, la production par an peut s'écrire

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

\bar{B} : Biomasse moyenne annuelle se trouvant en mer pendant une année, on écrit alors :

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

et

$$\bar{B}/R = (Y/R) * (1/F)$$

L'équation servant au calcul de la biomasse moyenne par recrue, s'exprime sous la forme suivante : Avec :

$$B/R = e^{(-M(tc-tr))} * W_{\infty} * [1/Z - (3S/Z+K) + (3S^2/Z+2K) - (S^3/Z+3K)]$$

Avec :

$$S = e^{[-k(tc-t_0)]}$$

Et :

k et t_0 : paramètres de croissance de l'équation de von Bertalanffy ;

W_{∞} : poids corporel asymptotique ;

t_c : âge à la première capture ;

t_r : âge au recrutement ;

M = coefficient instantané de mortalité naturelle ; et

Z = coefficient instantané de mortalité totale.

A partir de la formule de la biomasse relative, la biomasse absolue par recrue (B/R) peut être déduite :

$$B/R = \overline{B/R} * W_{\infty} * e^{-M(t_r - t_0)}$$

2.5.6. Points de références biologiques

Pour définir les objectifs de la gestion de pêche à long terme on considère, essentiellement, des valeurs du niveau de pêche qui permettent les plus grandes captures, en poids, mais qui garantissent la conservation des stocks. On considère aussi les valeurs extrêmes de biomasse ou du niveau de pêche qui peuvent affecter gravement l'auto-renouvellement des stocks. Ces valeurs de niveau de pêche, de capture et de biomasse sont désignés par; points de référence biologique (PRB) (**Caddy et Mahon, 1995; FAO, 1996 et ICES, 1998, in Cadima, 2002**).

Les Points Cibles de Référence Biologique, TRP (en anglais, Target Reference Points) sont des valeurs du niveau de mortalité par pêche (ou de biomasse du stock) qui cherchent une exploitation soutenable à long terme des stocks, avec la meilleure capture possible. C'est pourquoi ces points sont aussi appelés Points de Référence pour la Gestion. On peut caractériser les TRP par le niveau de pêche F_{cible} (ou de la Biomasse, B_{cible}).

Les Points-Limites de Référence Biologique, LRP (en anglais, Limit Reference Points) sont des valeurs maxima de mortalité par pêche ou des valeurs minima de biomasse qui ne doivent pas être excédés. Dans le cas contraire, on considère que la capacité d'auto-renouvellement du stock est mise en danger. (**Cadima, 2002**).

2.5.7. Calcul du point de référence biologique $F_{0.1}$

D'après (**Gulland et Boerema, 1973 ; in Pauly et Moreau, 1997**) qui proposent par prudence un nouveau point de référence cible, il s'agit de $F_{0.1}$ qui désigne la valeur de F pour laquelle l'accroissement marginal du rendement par recrue est de 10 % de sa valeur pour $F = 0$.

Pour $F = 0$, la biomasse par recrue, $\overline{B/R}$ sera B_0 , aussi désigné par "Biomasse vierge" ou Biomasse non-exploitée. (**Cadima, 2002**).

Suite à ces recommandations, la connaissance de $F_{0.1}$ de *Merluccius merluccius* s'impose pour le merlu de la région centre. Le calcul du $Y_{0.1}$ et $B_{0.1}$ correspondant à $F_{0.1}$ est réalisé par le VIT (**Lleonart et Salat, 2000**).

Chapitre III

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. Détermination de l'âge

L'application du logiciel **FISAT II (1.2.0)** (Gayaniilo *et al*, 2005) a fourni une clé âge-longueur consignée dans le tableau 3 et la figure 3.

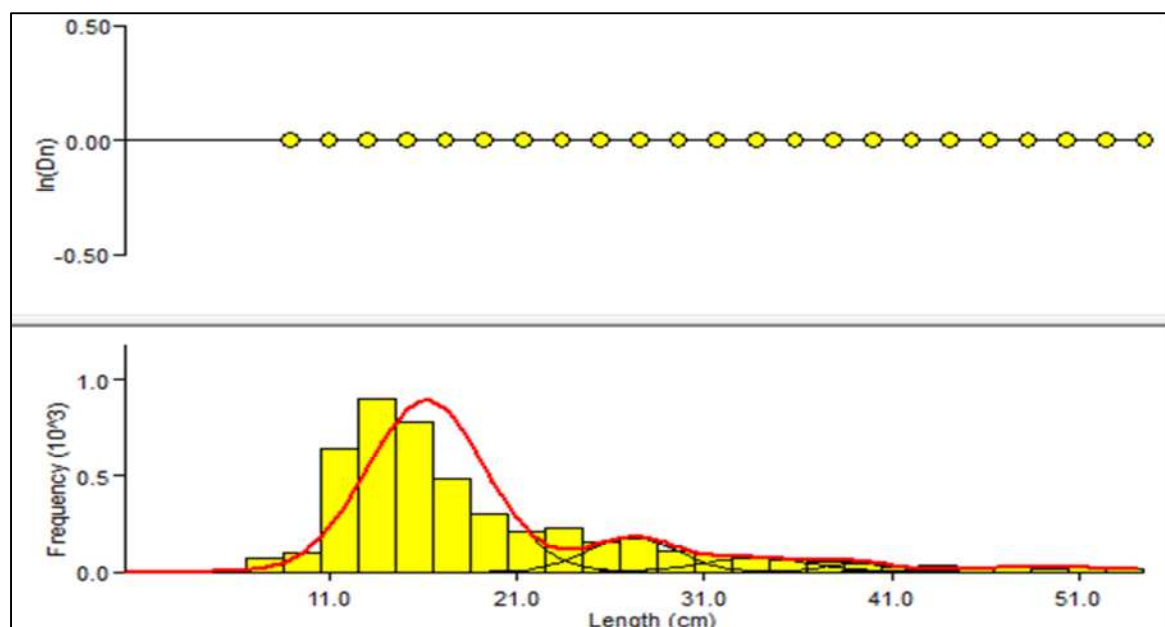


Figure 3 : Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Merluccius merluccius* tous sexes confondus de la région centre en cohortes par la méthode de **Bhattacharya (1967 in FISAT II, (1.2.0) (Gayaniilo et al, 2005).**

L'application de la méthode de **Bhattacharya (1967)** a permis de distinguer Cinq groupes d'âge, les merlus âgés d'un an sont les mieux représentés dans les prises respectivement 77.80 % (calculs effectués à partir des effectifs N donnés dans le Tableau 3). Le minimum de capture est observé chez les individus de 4 et de 5 ans avec 2.19 % et 2.78 % respectivement.

Tableau 3. Clé âge-longueur de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenue par le **FISAT II, (1.2.0) (Gayaniilo et al, 2005).** .

Groupes d'âges (ans)	Longueurs moyennes (Cm)	SD	Population (effectifs Ni)	% des populations	SI
1	16.13	3.160	3517.92	77.80	n.a
2	27.10	2.39	522.79	11.56	2.56
3	34.5	2.89	255.68	5.65	2.090
4	40.5	1.87	99.23	2.19	2.050
5	46.5	4.13	125.92	2.78	2.18

S.d : écart type, S.I : indice de séparation qui doit >2.

2. Paramètres de croissance linéaire

Les résultats des paramètres de croissance linéaire par obtenus le **FISAT II (1.2.0) (Gayanilo et al, 2005)**, le **FISHPARM 3.0S (Saila et al, 1988)** et le **VONBIT (Stamatopoulos, 2012)**, consignés dans le Tableau 5, conduisent aux expressions suivantes de **von Bertalanffy** (Tableau 4) :

Tableau 4 : Expressions de von Bertalanffy.

Logiciels	Expressions de von Bertalanffy
FISAT II 1.2.0 (Gayanilo et al, 2005)	$L_t = 57.41 (1 - e^{-0.32t})$
ELEFAN I (FISAT II, 1.2.0, 2005)	$L_t = 69.3 (1 - e^{-0.15t})$
FISHPARM (Saila et al, 1988)	$L_t = 65.77 (1 - e^{-0.23(t+0.23)})$
VONBIT (Stamatopoulos, 2012).	$L_t = 65.90 (1 - e^{-0.23(t+0.24)})$

La méthode **VONBIT** et le logiciel **FISHPARM** ont fourni les mêmes valeurs de L_∞ qui est de 65.90 cm et de 65.77 cm respectivement. Ces valeurs sont supérieures à celles estimées par le **FISAT II** 57.41 cm.

Tableau 5. Paramètres de l'équation de la courbe de von Bertalanffy obtenus à l'aide du **FISAT II, (1.2.0) (Gayanilo et al, 2005)** **FISHPARM 3.0S (Saila et al, 1988)** et **VONBIT (Stamatopoulos, 2012)**.

Paramètres	L_∞ (cm)	K (an^{-1})	t_0 (an)	
Résultats	FISAT II	57.41	0.32	0
	ELEFAN I	69.3	0.15	0
	FISHPARM3.0S	65.77	0.23	-0.23
	VONBIT	65.90	0.23	-0.24

La comparaison des résultats fait apparaitre une assez grande variabilité des valeurs de k et L_∞ d'une méthode à l'autre mais, dans tous les cas, les valeurs obtenues traduisent des taux de croissance qui concordent de plus ou moins à ceux admis par **Bouaziz (1992)** ($L_\infty = 51.5$ cm, $K=0.20/\text{an}$) et **Djabali et al (1993)** ($L_\infty = 40.1$ cm, $K=0.27/\text{an}$) pour le merlu de la baie de Bousmail.

3. Calcul des mortalités

3.1. Calcul de la mortalité totale Z

Tableau 6 : Taux de mortalité totale obtenus pour différentes valeurs de L_{∞} et K.

	L_{∞} (cm)	K (an^{-1})	t_0 (an)	Z (an^{-1})
FISAT II	57.41	0.32	0	2.25
ELEFAN I	69.3	0.15	0	1.38
FISHPARM 3.0S	65.77	0.23	-0.23	1.97
VONBIT	65.90	0.23	-0.24	1.98

Les valeurs calculées du taux instantané de la mortalité par pêche varient de 1.38 à 2.253/ an, cette variation dépend des paramètres de croissance utilisés (Tableau 6).

La méthode choisie pour le calcul de Z fait partie des modèles structurés en longueur plutôt qu'en âge. Ces modèles s'affranchissent de la conversion taille/âge et permettent de décrire de nombreux processus biologiques ou de captures directement liés à la longueur (ICES, 2003).

3.2. Mortalité naturelle (M)

Les valeurs de la mortalité naturelle, estimée par l'équation empirique de Pauly (1980, 1984 a) sont consignées dans le tableau 7.

Tableau 7. Mortalité naturelle de *Merluccius merluccius* obtenus pour différentes valeurs de L_{∞} et K.

	L_{∞} (cm)	K (an^{-1})	t_0 (an)	M (an^{-1})
FISAT II	57.41	0.32	0	0.49
ELEFAN I	69.3	0.15	0	0.29
FISHPARM 3.0S	65.77	0.23	-0.23	0.4
VONBIT	65.90	0.23	-0.24	0.38

Les valeurs de la mortalité naturelle, varient de 0.29 à 0.49/an. Ces résultats se rapprochent du coefficient instantané de mortalité naturelle de *M. merluccius* (Tableau 8), qui fait partie des 400 valeurs de M dignes de confiance pour plus de 200 espèces, dans la base de données "FishBase", évoquées par Palomares *et al.* (1991) ; Froese et Pauly (1999) et Froese et Pauly (2007) dans la base de données "FishBase" où $M = 0.31$ /an.

Ursin (1967) montre que, la mortalité naturelle dépend à la fois de facteurs physiologiques (maladies, vieillesse) de facteurs environnementaux (températures, courants, salinités,...) et de facteurs dus au hasard (prédation). Les facteurs environnementaux peuvent être cernés et on peut estimer l'influence de ces facteurs sur la croissance ou la reproduction.

Tableau 8. Coefficient des mortalités de *Merluccius merluccius* selon la littérature.

Auteurs	Régions	M /an
Bouaziz, 1992	Bou-Ismaïl:	0.29
Bouhlel, 1975	Tunisie	0.2
Campillo, 1992	Golf de lion	0.32
Aldebert, 1981	Golf de lion	0.34
Aldebert <i>et al</i> , 1989	Golf de lion	0.25

A noter enfin que les valeurs de M trouvées lors de cette étude concordent avec celles trouvées par différents scientifiques en Méditerranée.

Il est important de signaler que la fiabilité des résultats de M dépend de la qualité des données d'entrées utilisées dans l'équation de calcul. La mortalité naturelle chez les poissons soit corrélée avec la longévité, donc avec K, semble évident. De même, elle est corrélée avec la taille puisque les grands poissons ont, en règle générale, moins de prédateurs que les petits.

On peut également montrer que la mortalité naturelle chez les poissons est corrélée avec la température moyenne de leur environnement (Pauly, 1985).

3.3. Mortalités par pêche

A partir des valeurs de Z et M, calculées ci-dessous, les valeurs du coefficient de mortalité par pêche (F) sont consignées dans le tableau 9 :

Tableau 9. Coefficient de mortalité par pêche de *Merluccius merluccius* obtenus pour différentes valeurs de Z et M.

	Z	M	F
FISAT II	2.25	0.495	1.76
FISHPARM	1.97	0.4	1.57
VONBIT	1.98	0.38	1.59
ELEFAN I	1.38	0.29	1.09

Le taux de mortalité par pêche calculé représente un indicateur important de l'état global d'exploitation et est considéré par la modélisation dévaluation de la dynamique des stocks comme une donnée essentielle. En effet, ces résultats seront considérés par les modèles analytiques comme une première image et vecteur principal de la tendance générale d'exploitation qui sera ventilé pour une analyse plus fine selon les différentes classes de tailles composant le stock.

4. Etude de l'exploitation

4.1. Rendement par recrue

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

Les paramètres de croissances obtenues par les quatre méthodes sont introduits dans le logiciel VIT (**Lleonart et Salat, 2000**) pour déterminer le niveau d'exploitation du merlu de la région centre de la côte algérienne.

Tableau 10 : Rendement par recrues obtenus pour les différents paramètres de croissances.

	FISAT II		ELEFAN I		FISHPARM 3.0S		VONBIT	
L_{∞} (cm)	57.41		69.3		65.77		65.90	
K (/an)	0.32		0.15		0.23		0.23	
Z (/an)	2.25		1.38		1.97		1.98	
F_{0.1}	Facteur F	Y/R	Facteur F	Y/R	Facteur F	Y/R	Facteur F	Y/R
	0.5	35.1	0.36	50.40	0.36	49.94	0.34	53.07
F_{MSY}	0.85	37.57	0.52	52.38	0.52	51.99	0.5	55.33
F_{actu}	1	37.3	1	44.80	1	44.90	1	46.43
Etat	Surexploitation		Surexploitation		Surexploitation		Surexploitation	

Quel que soit la méthode utilisé pour déterminer les paramètres de croissance du merlu de la région d'étude, l'examen de l'évolution du rendement et de la biomasse par recrue en fonction de la mortalité par pêche (F) à l'aide de logiciel VIT (**Lleonart et Salat, 2000**) (Tableau 10), révèle un état de **surexploitation** ; où le rendement actuelle se situe à droite du rendement maximale (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4, Annexe).

Dans la réalité, les gestionnaires des pêcheries ne s'intéressent pas à un rendement par recrue mais au rendement total du stock exploitable. Pour ce faire, il suffit de multiplier le nombre de recrues, par la production par recrue (**VIT, Lleonart et Salat, 2000**) (Tableau 11), (Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8, Annexe).

Tableau 11 : Rendements totales obtenus pour les différents paramètres de croissances.

	FISAT II	ELEFAN I	FISHPARM3.0S	VONBIT
L_∞ (cm)	57.41	69.3	65.77	65.90
K (/an)	0.32	0.15	0.23	0.23
Z (/an)	2.25	1.38	1.97	1.98
La production Totale (Tonnes)				
F_{0.1}	244.9468944	292.920617	289.613147	297.589547
F_{MSY}	262.1838981	304.428212	301.501552	310.094252
F_{actu}	260.2996912	260.373882	260.385068	260.355807

Les résultats de l'étude du rendement et de la biomasse par recrue, indique que les changements dans les valeurs de Z influent sur les valeurs du rendement par recrue Y/R et sur le rendement total.

Etant donné que ce qui nous intéresse c'est de connaître l'impact de la variation de la mortalité totale (Z) sur la biomasse exploitable du merlu exploité dans la région centre de la côte algérienne, nous devons faire une distinction bien nette entre les différentes valeurs de Z.

Le tableau 12 résume les résultats de l'exploitation du merlu de la zone d'étude.

Tableau 12. Résultats de l'état du stock du merlu dans la région d'étude.

	FISAT II	ELEFAN I	FISHPARM	VONBIT
Mortalité totale Z (/an)	2.25	1.38	1.97	1.98
Mortalité par pêche (/an)	1.76	1.09	1.57	1.59
Mortalité naturelle (/an)	0.49	0.29	0.4	0.38
Recrutement (en nombre, R)	6978544	5811917	5799222	5607491
Biomasse moyenne (B moy) (Tonne)	819.224	727.059	544.685	525.142
Biomasse du stock mature(SSB) (Tonne)	635.649	514.1	392.282	378.524
Biomasse du stock vierge (Tonne)	2930.546	4036.475	2995.226	3098.633
Turnover, D/ B moyenne (%)	81.29	64.42	87.81	87.99

Z, ont des impacts nets sur la biomasse moyenne du merlu de la région centre de la côte algérienne (**Tableau 11**) ; où la biomasse moyenne subit des fluctuations avec l'augmentation

du coefficient de la mortalité totale. Cela s'explique par le taux élevé du coefficient de la mortalité par pêche qui est pratiquement trop élevé par rapport du coefficient de la mortalité naturelle.

Gascuel (2008), note qu'à l'échelle d'une cohorte, si l'effort de pêche est faible on capture un petit nombre de poissons mais qui sont en moyenne de grande taille. Lorsque l'effort augmente, le nombre de poisson capturé augmente, mais leur taille et donc leur poids moyen diminue. Dans un premier temps ceci n'est pas grave et la capture pondérale moyenne augmente. Au-delà de l'effort de maximisation en revanche, la capture pondérale diminue. Il y'a alors surexploitation de croissance. Cette surexploitation de croissance peut induire des diminutions de capture très importantes.

Pour l'étude approfondie de l'exploitation, nous avons jugés utile de ne prendre que les résultats obtenues à partir des paramètres de croissance calculés par le **VONBIT (Stamatopoulos, 2012)**.

Ce choix est motivé par la valeur élevée de Z . En effet, les résultats du VIT sont plus fiables à mesure que la mortalité par pêche (F) est élevée (**Lleonart et Salat, 2000 in Bouaziz 2007**).

4.2. Analyse de la VPA du merlu de la région centre de la côte algérienne

4.2.1. Captures en nombre d'individus et en poids

Afin de procéder à l'analyse de la pseudocohorte représentant le stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne durant l'année 2011, il est nécessaire de disposer des données de captures ventilées par classes de tailles. Cette étape indispensable est préalable à l'analyse par VPA et elle permet de reconstituer le stock exploité selon les paramètres biologiques et dynamiques définis.

L'étude de l'analyse de la pseudocohorte à l'aide du programme VIT (**Lleonart et Salat, 2000**) nous a permis d'obtenir des résultats relatifs à l'exploitation de *Merluccius merluccius* de la région centre (Tableau 13).

4.2.1.1. Captures en nombre d'individus

Tableau 13. Captures en nombre en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenues par le programme VIT (Lleonart et salat, 2000).

C.C (cm)	Captures-en Nombre
7.5	50776.58
9.5	67470.26
11.5	445164.57
13.5	626012.68
15.5	539066.47
17.5	340133.55
19.5	205888.61
21.5	144678.49
23.5	157894.31
25.5	103639.88
27.5	118246.84
29.5	71643.67
31.5	59818.99
33.5	52167.72
35.5	40343.04
37.5	38951.9
39.5	35474.05
41.5	15998.1
43.5	25736.08
45.5	11824.68
47.5	16693.67
49.5	11129.11
51.5	18780.38
53.5	9042.41
Total	3206576.04
Âge moyen	1.381
Longueur moyenne	19.428

Le traitement des données au logiciel VIT donne la fréquence en nombre des individus par classes de tailles au sein de la capture totale. Le nombre total d'individus capturés est de l'ordre de 3.206.576 individus. Le VIT calcule également la longueur moyenne représentative de la capture et qui est de l'ordre de 19.42 cm correspondant à un âge moyen de 1.38 ans étant inférieurs à la taille de première maturité sexuelle (24.59 cm).

La courbe représentative des captures en nombre se présente sous la forme d'une cloche ou le nombre d'individu augmente au fur et à mesure des classes de tailles, jusqu'à atteindre un maximum au niveau de la classe de taille de 13.5 cm (Figure 4).

Gascuel (2008) note que, lorsqu'on examine une capture on s'aperçoit que les poissons les plus âgés sont les moins nombreux car leurs congénères issus de toutes les classes d'âges ont été touchés année après année par la mortalité naturelle et par la mortalité par pêche. La pêche entraîne une diminution de la moyenne d'âge de la population. En effet, la pêche diminue le nombre d'individus de toutes les classes d'âge qui sont constamment remplacés par de nouvelles recrues.

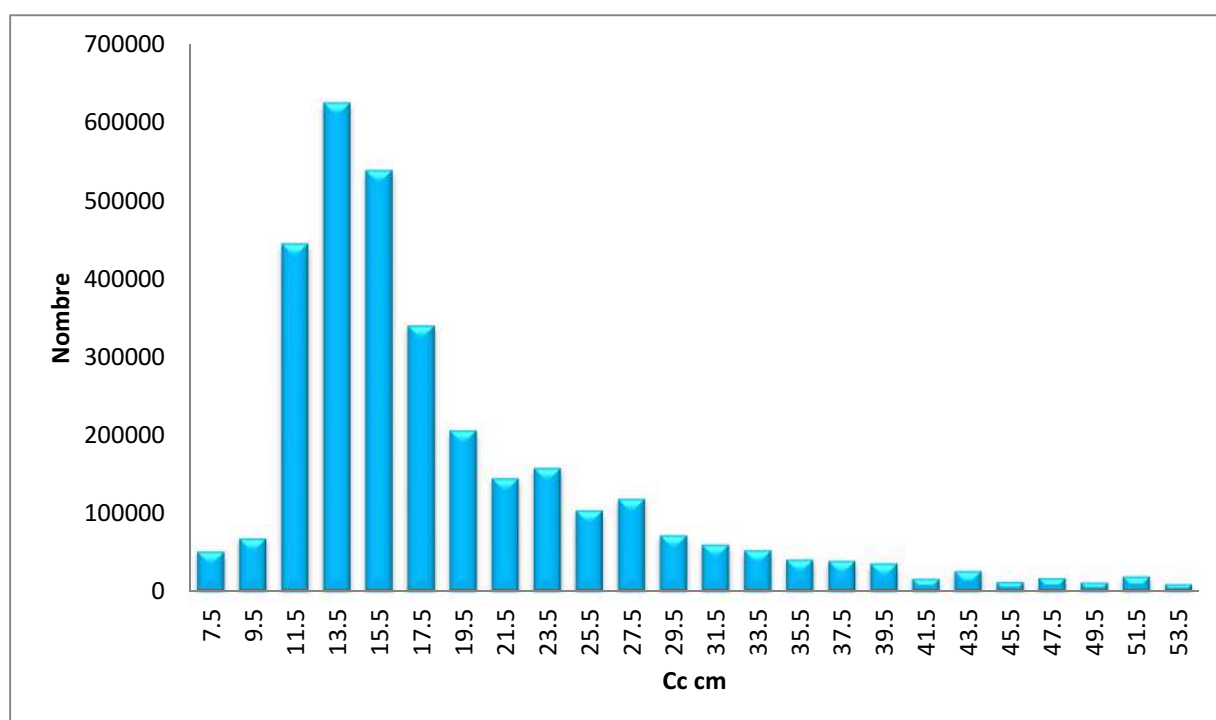


Figure 4 : Capture en nombre d'individus en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Les poissons de grandes tailles sont les moins représentés dans les captures. Ceci s'explique par le fait qu'année après année, les poissons les plus âgés sont touchés par la mortalité naturelle et par la mortalité par pêche diminuant ainsi leurs effectifs.

4.2.1.2. Captures en poids d'individus

A partir des paramètres d'entrée, les captures de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne, exprimées en poids pour chaque classe de tailles sont présentées dans le tableau 14. La capture totale, 260.4 tonnes, enregistrée durant l'année 2011 est une donnée d'entrée (*Input data*).

Tableau 14. Captures en poids en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre obtenues par le programme VIT (Lleonart *et* salat, 2000).

C.C (cm)	Captures en poids (Tonne)
7.5	0.16485958
9.5	0.42741276
11.5	4.85970728
13.5	10.84554513
15.5	13.96558824
17.5	12.58771059
19.5	10.48286827
21.5	9.82580158
23.5	13.93586508
25.5	11.65372052
27.5	16.61901927
29.5	12.40881724
31.5	12.58970679
33.5	13.18368307
35.5	12.11695923
37.5	13.76996028
39.5	14.63741496
41.5	7.65494032
43.5	14.15577954
45.5	7.44408929
47.5	11.93599382
49.5	9.00083744
51.5	17.00595844
53.5	9.12776126
Total	260.4
Âge moyen	1.381
Longueur moyenne	19.428

La courbe représentative des captures pondérales montre qu'à partir de la classe de taille de 13.5 cm un grand poids de poissons sont déjà exploités. La gamme des classes de tailles les plus représentatives en poids de poissons capturés, s'étend de 13.5 à 51.5 cm avec des fluctuations au niveau des capture dont les classes de taille qui s'étend de 41.5 à 49.5 cm.

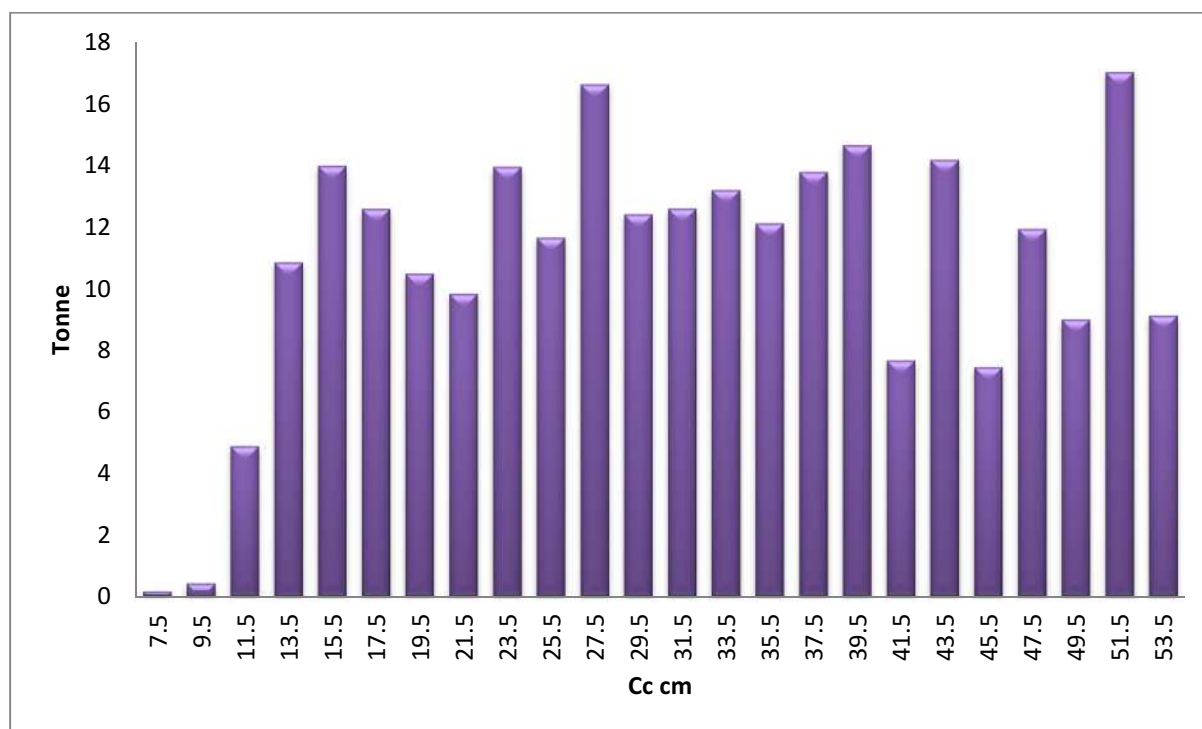


Figure 5 : Capture en poids d'individus en fonction de la taille de *Merluccius merluccius* de la région centre.

Les classes de taille allant de 7.5 à 23.5 cm représentent les classes de taille critiques, du fait qu'elles présentant 34.08% du poids global du stock. Ceci est dû à une forte exploitation qui touche cette gamme de taille. Il est nécessaire de faire attention à cet état de fait que les poissons de cette gamme de taille n'ayant pas atteint la taille de première maturité sexuelle (24.59 cm) (Figure 5).

Ce type de représentation est dicté par la loi de croissance individuelle selon la taille, définie lors de l'étude des paramètres biologiques.

4.3. Analyse de la biomasse

Tableau 15. Résultats de la biomasse obtenus par VPA de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

C.C (cm)	Nombre moyen des Individus	Poids moyen des Individus (Tonne)
7.5	814628.32	2.64490579
9.5	786715.7	4.98371211
11.5	726478.68	7.93071588
13.5	620217.38	10.74514276
15.5	506105.03	13.11165669
17.5	416419.22	15.41090113
19.5	355491.96	18.09995854
21.5	311879.81	21.18123608
23.5	271960.95	24.00346854
25.5	236148.78	26.55360002
27.5	203614.03	28.6169639
29.5	174700.06	30.25837429
31.5	152113.47	32.01431607
33.5	131574.93	33.25125368
35.5	113336.63	34.0404515
37.5	96525.97	34.1230779
39.5	80102.98	33.05234466
41.5	67404.42	32.25237664
43.5	55677.08	30.62442146
45.5	44899.93	28.26621564
47.5	35325.57	25.25782437
49.5	25873.7	20.92574043
51.5	14550.29	13.17554253
53.5	4573.8	4.61697585
Totale	6246318.68	525.1411764

4.3.1. Evolution en nombre

L'évolution numérique (effectif) du stock des survivants (nombres moyens) évolue en diminuant depuis la première classe de tailles (7.5 cm) considérée par le logiciel VIT, comme classe de tailles des recrues. Le recrutement du stock de *M merluccius* de la région d'étude (R) est représenté par le nombre initial de la première classe de taille et qui est de l'ordre 814628 individus (Tableau 15. Figure 6).

A ce processus de recrutement, quel qu'en soit sa nature, il est généralement associé une taille et un âge de recrutement. C'est évidemment un paramètre important dans de nombreux modèles de dynamique des populations (Sparre et Venema, 1996).

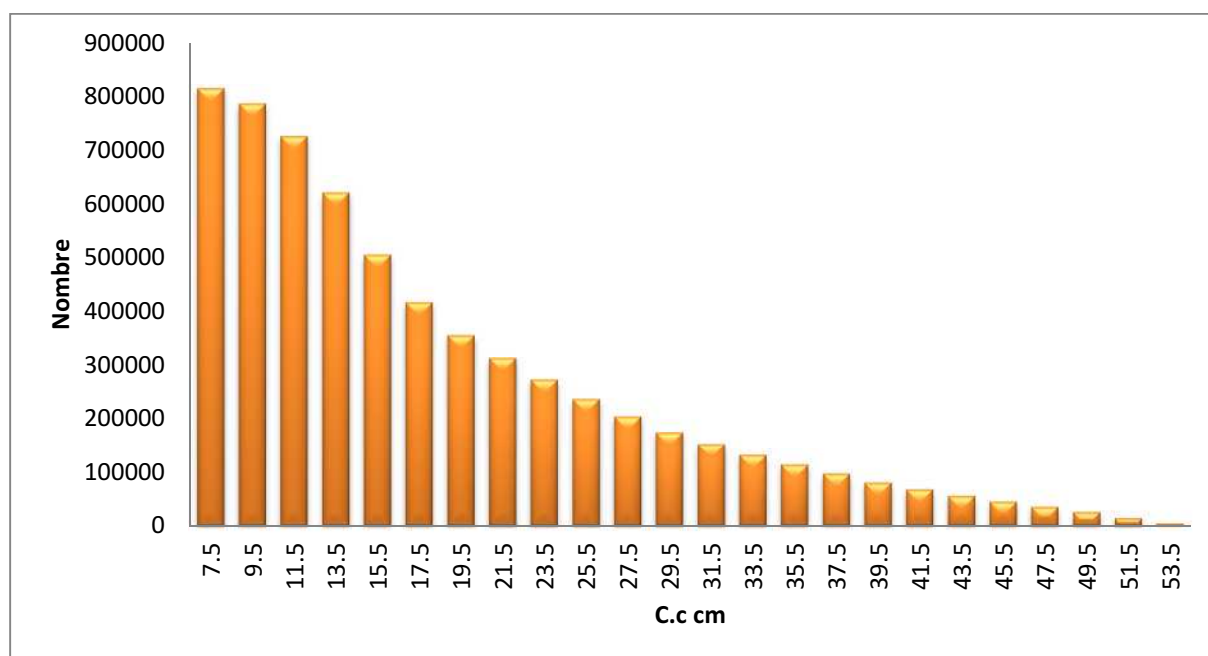


Figure 6: Variation en nombre moyen virtuel en fonction de la taille de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

Jones (1983) signale que dans n'importe quel groupe d'âge (ou classe de tailles), le déclin en nombre dans le stock avec le temps, suit une courbe exponentielle.

4.3.2. Evolution en poids

Selon Gascuel (2008), lorsqu'une cohorte vieillit, le poids individuel moyen des animaux augmente. Chez les animaux aquatiques, cette croissance est très généralement continue

sur toute la durée de vie de l'animal, même si elle est plus rapide en début de la phase exploitable que chez les individus âgés. La courbe de croissance du modèle de von Bertalanffy rend bien compte de cette dynamique de croissance (Figure 7).

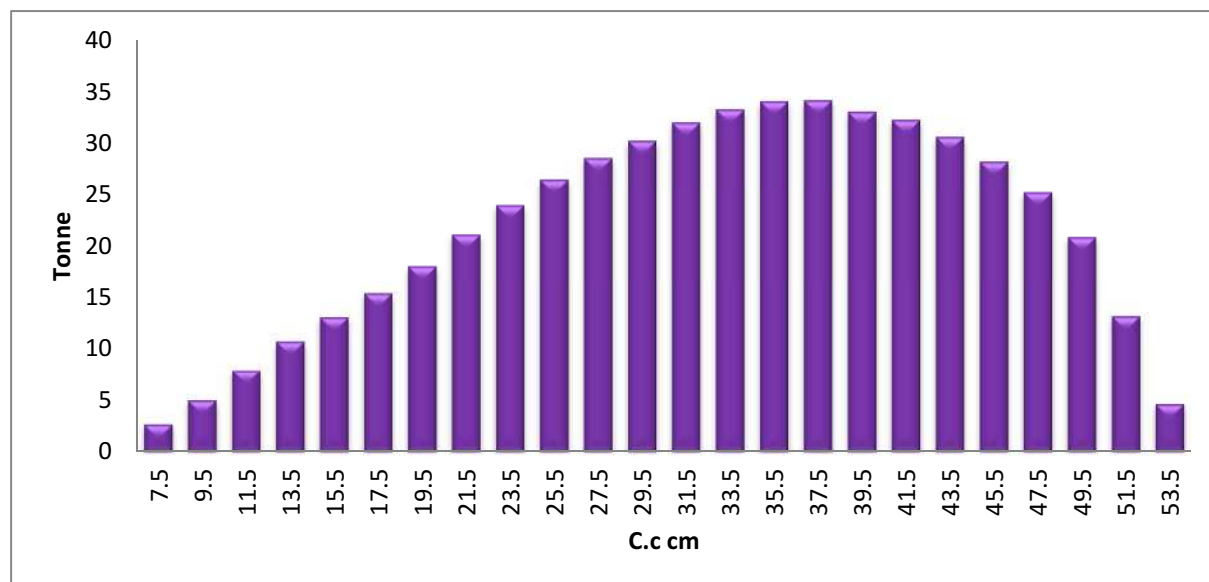


Figure 7: Variation en poids moyen virtuel en fonction de la taille de la population de *Merluccius merluccius* de région centre.

L'évolution de la composition en poids du stock actuel (survivant) de *M merluccius* de la région d'étude suit la logique de la définition suscitée (**Gascuel, 2008**). Effectivement, la biomasse moyenne du stock des survivants augmente au fur et à mesure de la croissance des merlus. Arriver à une certaine taille 37.5 cm (pour les poids moyens), cette tendance s'inverse et les poids diminuent chez les poissons de grandes tailles (Figure 7).

Ce stock est composé de 24 classes de tailles allant de 7.5 à 53.5 cm dont la taille moyenne du stock est de 18.64 cm à laquelle correspond un âge moyen de 1.33 ans (Tableau 16). D'après (**Dardignac, 1989 ; in Harchouche, 2006**), si l'on veut tirer d'un stock d'une espèce donnée une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique.

A ce sujet, **Alvaro (1995)** préconise la capture de tout le poisson à l'âge critique (taille critique) auquel la cohorte atteint sa biomasse maximale.

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

La longueur et l'âge critiques du stock actuel sont de 31 cm et de 2.52 ans. Si le stock ne subissait pas d'exploitation, ces deux variables seraient de 41 cm et de 3.99 ans (Tableau 16).

Tableau16. Différents types d'âges et tailles obtenus par le programme VIT (Leonart et Salat, 2000).

	VPA
Âge moyen du stock actuel (an)	1.33
Âge critique du stock actuel (an)	2.524
Âge critique du stock vierge (an)	3.992
Taille moyenne du stock actuel (cm)	18.644
Taille critique du stock actuel (cm)	31.00
Taille critique du stock vierge (cm)	41.00

4.4. Analyse des mortalités par pêche (F)

Les taux instantanés de mortalités sont parmi les résultats les plus révélateurs de la VPA.

C'est la proportion des individus qui meurent chaque année à cause de la pêche.

Le stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne subit une mortalité par pêche presque nulle sur les gammes de tailles comprises entre 7.5 à 9.5 cm entre 0.062 et 0.086 an⁻¹ (Tableau 17).

Tableau 17 : Mortalités par pêche en fonction de la taille obtenues par l'analyse de cohorte et par la VPA de *Merluccius merluccius* de la région centre.

C.C (cm)	F (an ⁻¹)
7.5	0.062
9.5	0.086
11.5	0.613
13.5	1.009
15.5	1.065
17.5	0.817
19.5	0.579
21.5	0.464
23.5	0.581
25.5	0.439
27.5	0.581
29.5	0.41
31.5	0.393
33.5	0.396
35.5	0.356
37.5	0.404
39.5	0.443
41.5	0.237
43.5	0.462
45.5	0.263
47.5	0.473
49.5	0.43
51.5	1.291
53.5	1.977
F moyen (an ⁻¹)	0.678
F Globale (an ⁻¹)	0.513

Ceci est, naturellement, lié à une faible capture de cette gamme de taille décrite par de petites prises en poids. Ensuite, une augmentation importante de F s'observe avec un

premier pic de 1.009 an^{-1} , qui correspond à la classe de tailles de 13.5 cm, et un deuxième pic de 1.065 an^{-1} qui correspond à la classe de tailles de 15.5 cm dû aux importantes captures numériques notées pour cette classe de taille. Des fluctuations importantes de F s'observent au niveau des classes qui s'étend de 16.5 à 49.5 cm, traduisent une faible mortalité par pêche. Les classes de 51.5 à 53.5 cm subissent les plus fortes mortalités par pêche avec une valeur maximale de 1.977 an^{-1} pour la classe de 53.5 cm. La valeur de la mortalité moyenne par pêche, estimée à 0.678 an^{-1} , demeure supérieure à la valeur globale de la mortalité par pêche (F globale) qui est de 0.513 an^{-1} (Figure 8).

Les valeurs « globales » de F (F globale) expriment la relation entre les captures totales annuelles et les nombres moyens annuels d'individus dans le stock. Les F globale sont calculés en pondérant les moyennes arithmétiques des $F/\text{âge}$ par les nombres d'individus correspondants (Farrugio *et al*, 1994). Ceci s'expliquerait par le fait que, F globale relie la capture annuelle totale au nombre moyen d'individus de la population (Tableau 17).

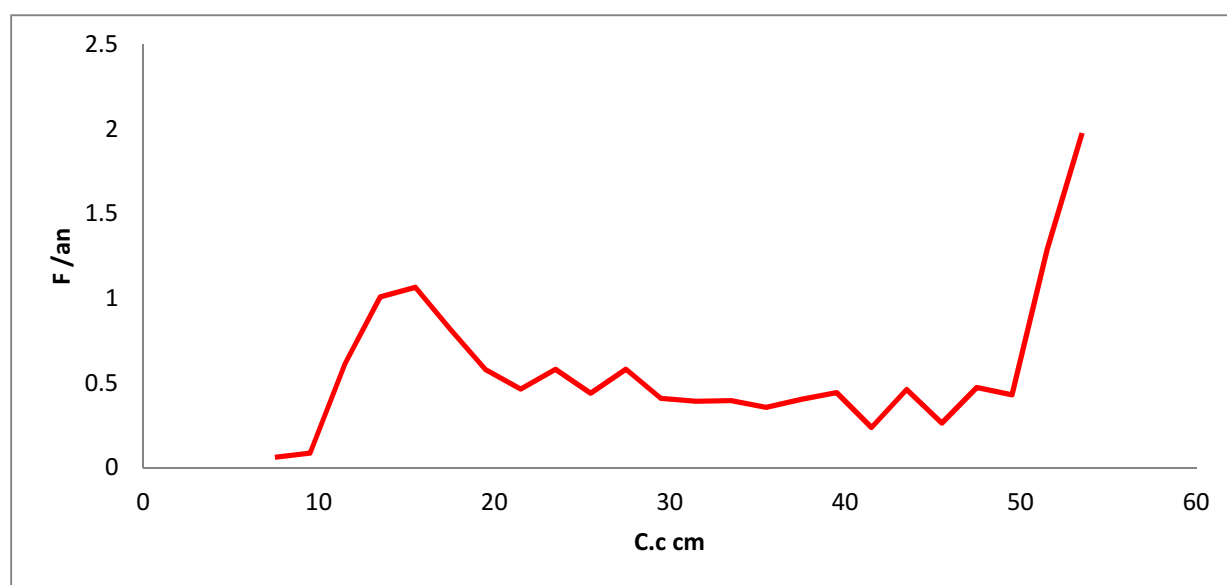


Figure 8: Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenues par l'analyse de la VPA, du *merluccius merluccius* de la région centre.

Cette évolution des taux instantanés de la mortalité nous renseigne sur les classes de tailles les plus atteintes par la pêche. Les résultats obtenus nous rassurent sur l'état des juvéniles qui restent à l'abri d'une forte exploitation.

Gascuel (2008) rapporte que, les coefficients F correspondant aux jeunes âges peuvent éventuellement être nuls, traduisant ainsi une situation dans laquelle les premiers groupes d'âge recrutés seraient épargnés par la pêche (échappement, taille minimale de capture,...).

A noter enfin, que les résultats des taux instantanés de la mortalité par pêche sont des indicateurs très pertinents pour la gestion des pêches car ils indiquent les effets de l'engin et de la stratégie de pêche exercés sur la ressource et quelles sont les gammes de tailles les plus vulnérables et les plus ciblées.

4.5. Biomasse totale équilibrée (D)

Considérons l'ensemble des animaux recrutés, regroupant un nombre limité de classes d'âges. La situation d'équilibre des situations, où toutes les cohortes présentes étaient de même effectif à l'âge de recrutement et ont toutes subi le même régime d'exploitation. Dans ce cas, les captures de chaque année sont égales aux captures que permet une cohorte au long de son existence exploitée (**Laurec et Le Guen, 1981**).

Tableau 18. Caractéristique de la biomasse du merlu de la région centre.

Recrutement (en nombre, R)	5607491
Biomasse moyenne (B moyenne) (Tonne)	525.142
Biomasse du stock mature(SSB)(Tonne)	378.524
Biomasse à l'équilibre (D) (Tonne)	462.054
Mortalité naturelle/D(%)	43.64
Biomasse du stock vierge (Tonne)	3098.633
Turnover, D/ B moyenne (%)	87.99

Le Bilan de Biomasse (*biomass balance*) représente la quantité de biomasse renouvelée durant l'année 2011, ou biomasse totale équilibrée (D) et est égale à 462.054 tonnes (Tableau 18).

Cette biomasse représente le bilan à l'équilibre entre les gains en poids, dus au recrutement et à la croissance, et les pertes, causées par les mortalités (naturelle et par pêche) (Figure 9).

La moyenne annuelle totale de la Biomasse Féconde (**BF**) (stock reproducteur ou **SSB** (*Spawning Stock Biomass*)) est calculée en prenant compte des taux de maturité sexuelle introduits comme données d'entrée dans la modélisation. Elle est égale à 378.524 tonnes.

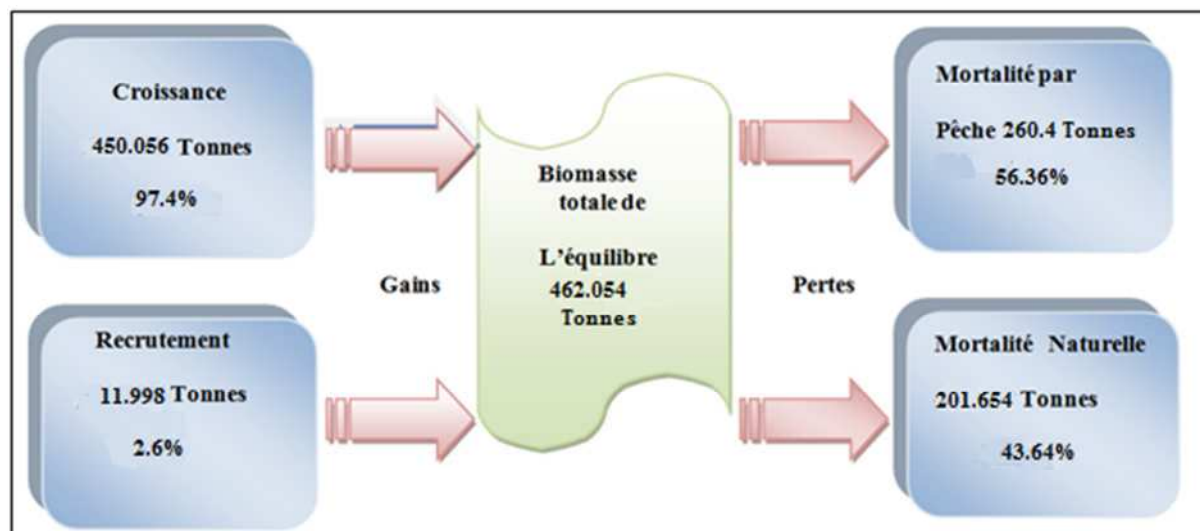


Figure 9: Les entrées et les sorties de la biomasse totale équilibrée de *Merluccius merluccius* de la région centre.

L'analyse de l'équation générale de la biomasse totale équilibrée (D) (Figure 9) montre que, le stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne est alimenté essentiellement par un régime de croissance performant, représentant 97.4% des gains, soit une biomasse de 450.065 tonnes. Ce taux élevé en apport de croissance reflète l'existence de conditions environnementales favorables à la croissance ;

Un apport en recrues de l'ordre de 2.6 % soit 11.998 tonnes. Ce faible apport en recrutement correspond à la proportion des recrues estimée par la VPA et qui représente la biomasse de la première classe de taille de la cohorte et qui est considérée comme constante selon les hypothèses de la modélisation.

Les pertes subies par le stock du merlu de la région d'étude sont en majeure partie dus aux différentes formes de mortalités naturelles avec un taux de l'ordre de 43.64% (201.654 tonnes).

Les pertes occasionnées par la pêche représentant la capture annuelle réalisée durant l'année 2011, qui constitue 56.36 % des pertes du stock exploité. Cet état, du fait conforte le constat global de surexploitation régissant la pêcherie du stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne.

4.6. Rendement par recrue et biomasse par recrue

Les valeurs des rendements par recrues calculés par la VPA est issus de la combinaison des trois principes de base de l'analyse, à savoir : le processus de croissance, le processus de mortalité et le processus de capture.

Tableau 19: Rendements et biomasses par recrue en fonction de (F) du *Merluccius merluccius* de la région centre.

Type F	Facteur F	F	Y/R	B/R
F ₀	0	0	0	552.588
F _{0.1}	0.34	0.542	53.072	275.536
F _{MSY}	0.5	0.797	55.334	210.075
F _{actu}	1	1.593	46.438	93.650
F=2	2	3.18	28.715	26.916

L'intérêt du régime d'exploitation est qu'il décrit le mieux la situation d'exploitation par rapport à un niveau maximal (état de pleine exploitation), considéré comme seuil de référence pour différencier un état de sous exploitation d'un état de surexploitation.

L'analyse de la figure 10 et du tableau 19, nous permet de constater un état de surexploitation où le rendement par recrue actuel ($Y/R = 46.438g$) se situe à droite de la production maximale équilibrée ($MSY = 55.33g$).

En revanche, la biomasse par recrue actuel ($B/R = 93.65 g$), qui exprime la biomasse moyenne annuelle des survivants en fonction de la mortalité par pêche, est inférieure à la biomasse maximale équilibrée ($B_{max}/R = 210.075 g$). Le stock vierge (B_0) du merlu de la région centre est estimé à 3098.633 tonne environ. Il est considéré comme un point de référence biologique (P.R.B.).

Ce stock correspond à la valeur moyenne à long terme de la biomasse escomptée en l'absence de mortalité par pêche. Dans les modèles de production, B_0 est aussi connue comme la capacité de pêche (**Caddy, 1994 in Bouaziz, 2007**).

Mais la question pertinente qui se pose à ce niveau de l'analyse est : à quel niveau d'exploitation doit-on, ou plutôt, peut-on diminuer le taux d'exploitation pour permettre un meilleur rendement par recrue sans affecter dangereusement la biomasse exploitable disponible ?

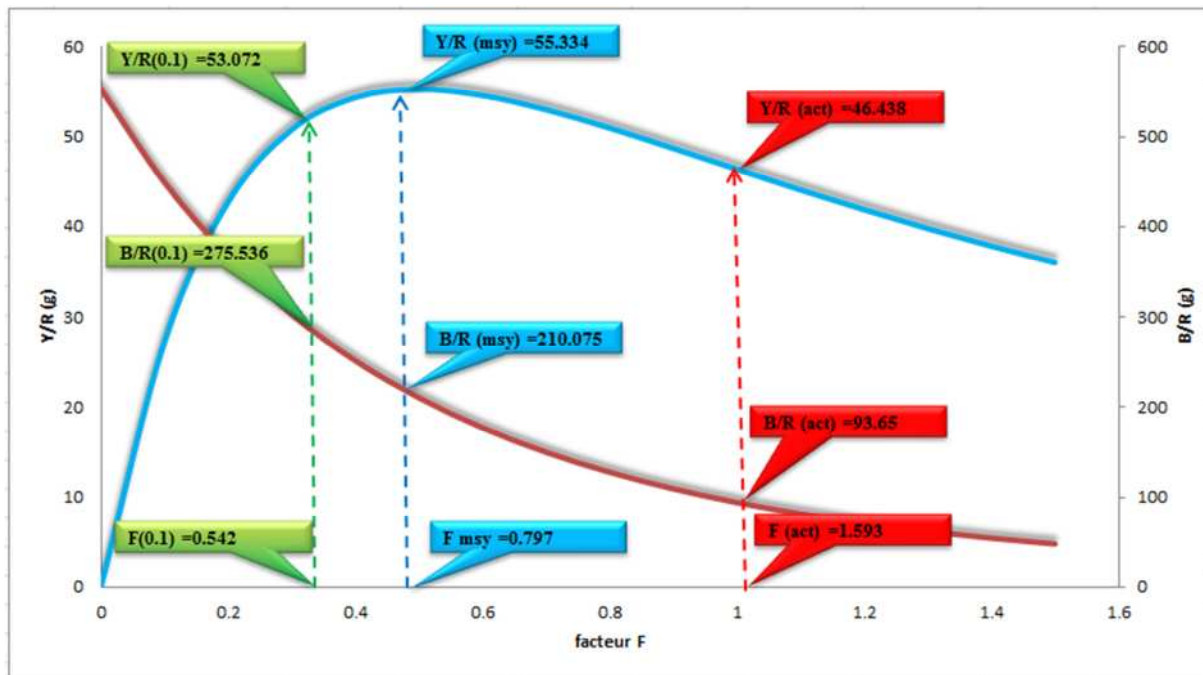


Figure (10) : Rendements et biomasses par recrue de *M. merluccius* de la région d'étude.

Au regard du Tableau (19) et de la Figure (10), les valeurs de $Y_{0.1}/R$ et $B_{0.1}/R$, correspondant à $F_{0.1}$ estimé à 0.542 an^{-1} multiplié par un facteur de 0.34, sont respectivement de 53.072 et 275.536 g. Devant ce diagnostic, l'état actuel du stock du Merlu de la région centre de la côte algérienne est surexploitation, une augmentation de Y/R par des captures supplémentaires dues à une mortalité par pêche plus faible. Se basant sur les principes de l'approche de précaution, la diminution de l'effort de pêche est limitée au $F_{0.1}$ qui a été calculé par le VIT.

Cette préconisation semble représentée l'effort de pêche le plus raisonnable. En effet, la courbe ascendante illustre une diminution du rendement quand F est augmenté au-delà de $F_{msy} = 0.797 \text{ an}^{-1}$. Le point de référence biologique cible est à même d'élever le Y/R de 46.438g à 53.072 g.

Pour atteindre le $Y_{0.1}/R$ correspondant au $F_{0.1}$, une réduction de l'ordre de 60 à 66% du taux de mortalité est primordiale, ce qui correspond à une augmentation du Y/R .

Dans la réalité, les gestionnaires des pêcheries ne s'intéressent pas à un rendement par recrue mais au rendement total du stock exploitable. Les prises pouvant augmenter de 260.4 Tonnes à 297.01 Tonnes, ce qui correspond un gain de 37 Tonnes environ avec la pérennisation du stock (Figure 11).

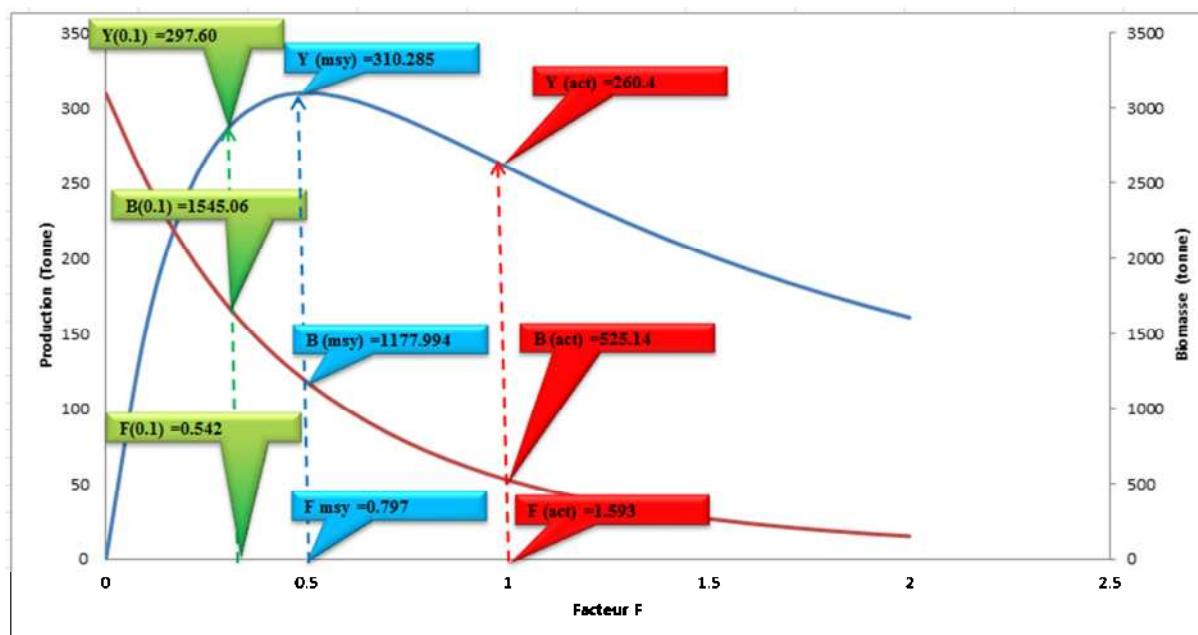


Figure (11) : Rendement (Production) et biomasse moyenne de *M merluccius* de la région d'étude.

L'application de cette recommandation permettrait à long terme une production maximale durable, tout en assurant le renouvellement du stock exploitable de *Merluccius merluccius* dans la région centre de la côte algérienne.

Gascuel (2008), note qu'à l'échelle d'une cohorte, si l'effort de pêche est faible on capture un petit nombre de poissons mais qui sont en moyenne de grande taille. Lorsque l'effort augmente, le nombre de poisson capturé augmente, mais leur taille et donc leur poids moyen diminue. Dans un premier temps ceci n'est pas grave et la capture pondérale moyenne augmente. Au-delà de l'effort de maximisation en revanche, la capture pondérale diminue. Il y a alors surexploitation de croissance. Cette surexploitation de croissance peut induire des diminutions de capture très importantes.

4.7. Avis de gestion selon les résultats obtenus

Suite aux différentes analyses effectuées, l'étude d'exploitation du stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne arrive à son terme par la proposition d'avis pour la gestion à partir des résultats estimés. Dans ce contexte, il est important de noter que, l'aménagement des pêcheries, ne formule pas les régulations selon les références biologiques, mais selon des objectifs de gestion, tels que, la fermeture de zones de pêches ou la limitation de l'effort,...etc. Cela peut créer des problèmes socio-économiques.

Pour cela, le **TAC** (Totale Admissible de Captures) est un des outils de gestion des pêcheries les plus pertinents et les plus appliqués actuellement à travers le monde. Il est employé en particulier pour limiter les prises des ressources afin d'éviter tout risque de surexploitation. Les TACs, une fois fixés pour chaque stock sont convertis en quotas répartis par la suite entre l'ensemble des pêcheurs.

Le $F_{0.1}$ est un point de référence biologique très pertinent pour la gestion, puisqu'il permet, dans le cas de cette étude, à la fois, d'améliorer le niveau des captures, tout en préservant l'abondance du stock et place sa capacité de renouvellement dans une marge de sécurité. Les recommandations issues de cette étude sont non seulement productivistes du fait qu'elles permettent l'augmentation des captures, mais du fait qu'elles assurent la sauvegarde du potentiel reproducteur maximal, sont aussi - et surtout - précautionneuses et protectionnistes.

Conclusion

Conclusion

L'étude d'évaluation du stock exploitable du merlu (*Merluccius merluccius*, **Linnaeus, 1758**), dans la région centre de la côte algérienne, a été abordée pour de l'année 2011 et elle a porté sur l'estimation des données biologiques et de la dynamique du stock nécessaires au calcul de la biomasse exploitable du stock et des principaux indicateurs d'exploitation et ce, aux différents niveaux : actuel, optimal (raisonnable) et maximal, ainsi l'impact de variation du taux de mortalité totale Z sur l'estimation de la biomasse du stock du merlu .

A la lumière des résultats obtenus lors des trois chapitres élaborés lors de cette étude, plusieurs conclusions sont mises en exergue :

La biomasse exploitable qui est évaluée à 260.4 tonnes est dictée par l'équation d'équilibre qui décortique la dynamique principale du stock exploité sous hypothèse générale d'équilibre. La dynamique de la population exploitée du *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne est décrite dans ses gains par 97.4% dus à la croissance et par 2.6% de recrutement et en ses pertes par 43.64% de la mortalité naturelle et 56.36% de mortalité par pêche. La biomasse vierge ou capacité actuelle du stock de *M merluccius* de la région centre de la côte algérienne a été estimée à 3098.633 tonnes et constitue en elle-même un point référence de gestion de grande signification. La taille moyenne du stock fixée à 18.644 cm et correspondant à un âge de 1,33 an, reflète le phénomène de rajeunissement du stock et qui constitue un des principaux impacts de l'exploitation.

Le rendement (production) par recrue actuel ($Y/R = 46.438g$) qui correspond à une pression de pêche de 1.593/an se situe à droite du seuil de la production maximale équilibrée (MSY où $Y_{max}/R = 55.33g$) qui correspond à une valeur de F_{MSY} de 0.797/an. Les valeurs de $Y_{0.1}/R$ et $B_{0.1}/R$, correspondant à $F_{0.1}$ estimé à 0.542 an^{-1} multiplié par un facteur de 0.34, sont respectivement de 53.072 et 275.536 g, ces résultats révélé l'état de surexploitation de merlu de la région centre de la côte algérienne.

Selon les résultats issus de l'analyse du régime d'exploitation, il est recommandé de considérer, le $F_{0.1}$ (0.542 an^{-1}) comme point de référence cible et le F_{max} (0.797 an^{-1}) comme point de référence limite pour la gestion de l'exploitation du stock de *M. merluccius* de la région centre de la côte algérienne. Cette recommandation est respectueuse de l'approche de précaution et est à même d'assurer une gestion durable du stock exploité. Concrètement, Pour atteindre le $Y_{0.1}/R$ correspondant au $F_{0.1}$, une réduction de l'ordre de 60 à 66% du taux de

mortalité est primordiale, permet une augmentation dans les prises de 260.4 Tonnes jusqu'à 297.60 Tonnes, ce qui correspond un gain de 37 Tonnes environ avec la pérennisation du stock.

En définitive, Pour contourner les incertitudes qui peuvent affecter les résultats issus de cette étude, l'approche de précaution, approche actuellement en usage dans un grand nombre de pays a été le cadre principale des préconisations finalisant cette étude. En effet, le choix du point de référence, $F_{0.1}$, en tant que point cible pour la gestion de la pêcherie de *M. merluccius* de la région centre de la côte algérienne, au lieu du F_{max} , permet d'assurer une marge de sécurité pour le maintien du stock tout en évitant de pénaliser l'effort de pêche.

Leonart et Maynou (2003) notent que, la gestion des pêcheries en Méditerranée est réactive et non adaptative et reste peu précautionneuse. Dans ce sens, **Caddy (2001)** signale qu'en l'absence de contrôle des quotas en Méditerranée, la réponse du CGPM sera en grande partie un contrôle grossier de la capacité effective et l'accès à la ressource, ainsi que des mesures techniques associés telles que la réglementation des engins, des saisons ou de permanentes fermetures de quelques parties de la zone de répartition du stock.

Bibliographie

Bibliographie

Abella, A. J., Auteri, R., Serena, F. (1995). - Some aspects of growth and recruitment of hake in the northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. de la première réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM Tunis*, (10), 27-28.

Aldebert, Y., Carries, J.C. 1989. - La croissance du merlu dans le Golfe du Lion Méthodologie. Problèmes posés. Report of the age-reading workshop on Mediterranean Hake and Sardine. *Palma de Mallorca, Espana*, 10-15 April 1989 : 66-70.

Aldebert, Y., et Recasens, L. 1995. - Estimation de la croissance du merlu dans le golfe du Lion par analyse des fréquences de tailles. *Rapp. de la première réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM Tunis*, (10), 49-50.

Aleman, F., Oliver, P. 1995. - Growth of hake in the Balearic Sea : a proposal of new growth model with higher growth rates. *Rapp. de la première réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM Tunis*, (10), 51-52.

Álvarez, P., Fives, J., Motos, L., Santos, M. 2004. -Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions. *Journal of Plankton Research* 2004 26(7):811-826.

Alvaro, J. A. 1995. - Use of single species reproduction based reference points for the Mediterranean demersal fisheries management. *Rapp. de la première réunion du groupe de travail DYNPOP du CIESM Tunis*, (10), 85-102.

Bartolino, V., Colloca, F., Sartor, P., Ardiwone, G. 2008. -Modeling recruitment dynamics of hake, *Merluccius merluccius*, in the central Mediterranean in relation to key environmental variables. *Fisheries Research*, 92(2-3), 277-288.

Belouahem, S. 2009. - Estimation de la Biomasse Exploitable de la Sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) du golfe de Annaba. *Thèse magistère .UNIV Annaba*.1-151.

Bertignac, M., de Pontual, H. 2007. - Consequences of bias in age estimation on assessment of the northern stock of European hake (*Merluccius merluccius*) and on management advice. *Journal of Marine Science*, 64, 981-988.

- Beverton, R.J.H., Holt, S. J. 1957.** - On the dynamics of exploited fish populations. *U.K. Min. Agric. Fish., Fish. Invest* (Ser. 2) 19 .1-533.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J. 1956.** - A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Réun. CIEM*, 140 : 67-83.
- Bhattacharya, C.G. 1967.** - A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, (23). 115-135.
- Bodiguel , X. 2008.** – Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe de lion. *Thèse de doctorat.UNIV Montpellier I. France* .1-216.
- Bouaziz, A. 1992.**- Le merlu (*Merluccius merluccius mediterraneus*, **Cadenat, 1950**) de la baie de Bou-Ismaïl : biologie et écologie. *Thèse de Magister. ISMAL*.1- 94.
- Bouaziz, A., Bennoui, A., Djabali, F., Maurin, C. 1998.** - Reproduction du merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) dans la région de Bou-Ismaïl . *Cahiers Options Méditerranéennes*, 35, 109-117.
- Bouaziz, A. 2007.** -La sardinelle (*Sardinella aurita*, Valenciennes, 1847) des côtes algériennes : distribution, biologie et estimation des biomasses. *Thèse Doctorat. USTHB* .1-135.
- Bouaziz, A., Kerzabi, F ., Brahmi, B. 2012.**- Estimaion of the exploitable biomass and $F_{0.1}$ of sardine (*Sardina pilchardus*, walbaum, 1792) along the central algerian coast; *pub; 14th European congress of ichthyology, liege, Belgium*.
- Brêthes, J.C., O'Boyle, R.N. 1993.** -Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques. (*Volume I*). *Centre international d'exploitation des océans (Canada)* : 213-231.
- Caddy, J. F., Mahon, R. 1995.** - Reference points for fisheries management. *FAO Fish.Tech.Pap.* 347.
- Caddy, J.F. 2001.** - Practical issues in choosing a framework for resource assessment of Mediterranean and Black Sea fisheries. The 26th session of the Scientific Advisory

Committee (SAC), 10-13 September 2001. *the GFCM/SAC. Permanent Working Group on Stock Assessment Methodologies (PWGAM)*. 1-32.

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

Campana, S.E. 2001. - Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.* 59 : 197-242.

Casey, J., Pereiro, J. 1995.- European hake (*Merluccius merluccius*) in the north-east Atlantic. In (ed. ALHEIT J. et PITCHER T. J.) *Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman and Hall, London*, 125-147.

Castillo, F.G., Martinez, J.L., Garcia-Vazquez, E. 2003. - Identification of Atlantic Hake Species by a Simple PCR-Based Methodology Employing Microsatellite Loci. *Journal of Food Protection*, 66(11), 2130-2134.

CGPM. 2006. Commission générale des pêches pour la Méditerranée. Rapport de la neuvième session du Comité scientifique consultatif. *Rome, 24-27 octobre 2006. FAO Fisheries Report/FAO Rapport sur les pêches. No. 814. Rome, FAO*. 1-112.

Christelle, R. M. 2003. -Fluctuations à long terme du thon rouge - validité, origines et conséquences . *Thèse Doctorat. L'ENS A. Rennes. France* 1-177.

Cimmaruta, R., Bondanelli, P., & Nascetti, G. 2005.- Genetic structure and environmental heterogeneity in the European hake (*Merluccius merluccius*). *Molecular Ecology*, 14(8), 2577-2591.

Daget, J. 1976.- Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie. *Masson Paris. France .é^{me} ED*. 1-172.

Dardignac, J. 1989. - La pêche des juvéniles, ses effets sur la ressource et son renouvellement. *Mag. Ress. Viv. Mer, IFREMER. Equinoxe, (26)*. 11-18.

Djabali , F., Brahmi B., Mamasse, M. 1993. - Poissons des côtes algériennes. *Pelagos. ISMAL. Numéro spécial* : 1-215p.

EGPPA. 2010.- Plan du port de pêche d'Alger. <http://www.ports-de-peche-algerie.com/nosports.php> .

FAO. 1996. - Precautionary approach to fisheries. *FAO Fish. Tech. Papp.* 350 (2), 1- 210.

FAO. 2005. - Service des ressources marines, Division des ressources halieutiques. L'état des ressources halieutiques marines mondiales. *FAO Document technique sur les pêches*, 457, Rome,1- 254.

Farrugio, H., Le Corre, G., Aldebert, Y. 1994.- Considérations sur la modélisation des pêcheries interactive méditerranéennes à partir d'expériences récentes dans le golfe du Lion. Groupe de travail « *DYNPOP* » sur la dynamique des populations du Comité des Vertébrés Marins et Céphalopodes de la *CIESM*. *Ifremer, Sète, France. Tunis 10-14 septembre. 1994. pp. 39-46.* <http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c10/95605399.pdf>

Ferraton, F. 2007. - Écologie trophique des juvéniles de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le golfe du Lion :Implications biologiques de la variabilité spatio-temporelle des ressources alimentaires exploitées dans les zones de nourricerie. *Thèse de doctorat de l'université Montpellier II, Montpellier*, 1-213.

Froese R., D. Pauly (eds.), 1999. - FishBase 99: concepts, structure et sources de données. *ICLARM, Manille, Philippines*. 1-326.

Froese, R., Pauly, D. 2007.- FishBase. World Wide Web electronic publication.www.fishbase.org, version (09/2012).

Gascuel, D. 2008. - Dynamique des populations et gestion des stocks halieutiques. Support de cours en ligne, *Agrocampus Ouest/Campus numérique ENVA Méd., Rennes, France*,1-125.

Gayanilo, F.C., Sparre, P., Pauly, D. 2005. -FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FISAT II). Version révisée. Guide d'utilisation. *FAO Série informatique. Pêche. No. 8, Version révisée. Rome, FAO*.1-190.

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

- Harchouche, K. 2006 .-** Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson, Téléostéen) des côtes algériennes. *Thèse Doctorat. USTHB.Alger.*1-211.
- 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).* 1-208.
- Hilborn, R., Walters, C. J. 1992.-** Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. *Chapman & Hall, New-York.* 1-115.
- Holden M.J., D.F.S. Raitt. 1974.-** Manuel des sciences halieutiques. 2ème partie. Méthodes de recherches sur les ressources et leur application. *FAO Doc. Tech. Pêches, (115) Rev.1* :1- 223 .
- ICES. (1998).-** Report of the Study Group on the Precautionary Approach to Fisheries Management. *Copenhagen, 3-6 February 1998. ICES CM 1998/ACFM,* 1-10.
- ICES, 2003. -**Report of the Study Group on Age-Length Structured Assessment Models. *ICES CM 2003/D: 07:* 1-64.
- Jeffrey, J.A., Taggart, C.T. 2000.** Growth variation and water mass associations of larval silver hake (*Merluccius bilinearis*) on the Scotian Shelf. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57 : 1728–1738.
- Jones R., 1983. -** L'évaluation des stocks de poisson appuyée sur des données de structure de taille (et notes sur l'analyse de population virtuelle et l'analyse de cohorte). *FAO. Circ. Pêches. (734) :* 1-46 .
- Jones, R., 1984. -** Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* 256-118.
- Laurec, A., Le Guen. J-C.,1981. -** Dynamique des populations marines exploitées. *Tome 1. Concepts et modèles. CNEXO. Rap. Scien. et Tech., n° 45.* 1-118.
- Lleonart, J., Salat, J. 1997. -** VIT : software for fishery analysis. User's manuel. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 1997].

- Leonart, J., Salat, J. 2000.** - VIT (version 1. 1) : Software for fishery analysis. User's manual. En ligne : <http://www.faocopemed.org/es/activ/infodif/vit.htm> [cité en 2000].
- Leonart J., F. Maynou. 2003.** -Fish stock assessments in the Mediterranean: state of the art. *Institut de Ciències del Mar, CSIC, Passeig Marítim de la Barcelone, 37-49, 08003 Barcelona, Spain. Scientia Marina. Fish Stock Assessments and Predictions: Integrating Relevant Knowledge.* Ø. ULLTANG and G. BLOM (eds.).SCI. MAR., 67 (Suppl. 1): 37-49
- Lundy, C.J.P., Morân, R., Millner, C., Hewitt. G. 1999.** Macroeographic population differentiation in oceanic environments : a case study of European hake (*Merluccius merluccius*). *a commercially important fish. Mol. Ecol.* 8 : 1889-1898.
- Martin, I. 1991.**- A preliminary analysis of some biological aspects of hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) in the Bay of Biscay. *International Council for the Exploration of the Sea document, CM/G,1- 54.*
- Maurin, C .1968.**- les merlus des côtes Nord-Ouest d'Afrique . *Thèse de doctorat des sciences naturelles . faculté des sciences de l'université de Nancy, 1-43.*
- Mellon-Duval, C., DE Pontual, H., Metral, L., Quemener, L. 2010.** - Growth of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *Journal of Marine Science, 67, 62-70.*
- Oliver, M.P., Quílez, G. & Emelianov, M. 2003.** -Spatial and temporal distribution and abundance of European hake, *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the Catalan coast (NW Mediterranean). *Fisheries Research.* 60 (2-3) : 321-331.
- Oliver, P., & Massuti, E. 1995.**- Biology and fisheries of western Mediterranean hake (*M. merluccius*). In: *Alheit, J., and Pitcher, T.J., (ed.). Hake: fisheries ecology and markets. Chapman and Hall Fish and Fisheries Series, 15, London, 478pp. 181-202.*
- Palomares M.L.D., J. Moreau, P. Reyes-Marchant, R. Froese, D. Pauly. 1991.** - FishBase une base de données sur les poissons. *Fishbyte, 9(2) : 58-61.*
- Pauly, D. 1980.**- On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM, 39 (3).* 175-192.

- Pauly, D. 1983.-** Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap. (234)*. 1-52.
- Pauly, D. 1984 a.-** Fish population dynamics in tropical waters : a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud. Rev. (8)*. 1-325.
- Pauly, D. 1984b. -** Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte, 2 (1)* . 17-19.
- Pauly, D. 1985. -** Quelques méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Doc. Tech. Pêches, (234)*:1-56.
- Pauly D., et Moreau J., 1997.** Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. *Collection POLYTECH de l'I.N.P. de Toulouse, Cépaduès-Editions, Toulouse. France.* 1-288.
- Pla, C., Vila, A., Garcias-Marin, J.-L. 1991.-** Différenciation de stocks de merlu (*Merluccius merluccius*) par l'analyse génétique: comparaison de plusieurs populations méditerranéennes et atlantiques du littoral espagnol. *FAO Rapport Pêches, 447*, 87-93.
- Roldan, M.-I., Garcias-Marin, J.-L., Utter, F.-M., & Pla, C. 1998.-** Population genetic structure of European hake, *Merluccius merluccius*. *Heredity*, 81, 327-334.
- Sailla, S. B., Recksiek C. R., Prager, H. 1988. -** Basic fishery science programs. *Elsevier, Dev. Aquacult. Fish. Sci., 18*. 1-231.
- Sparre, P., Venema, S.C. 1996. -** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. *Partie 1-manuel. FAO Fish. Tech. Pap. 306/1 Rev. 1*. 1-401.
- Stamatopoulos, C. 2012. –** VONBIT AL stands for Bertalaffy iterative method for Age-Length data. *Fisheries Ressources Monitoring and Assessment Lamans. Athens. Grec.(sous presse)*.
- Ursin, E. 1967. -** A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration, and mortality. *J. Fish. Res. Bd. Can., 24*: 2355–2453.

Annexes

Annexes

Rendement (production) et biomasse par recrue du merlu de la région centre.

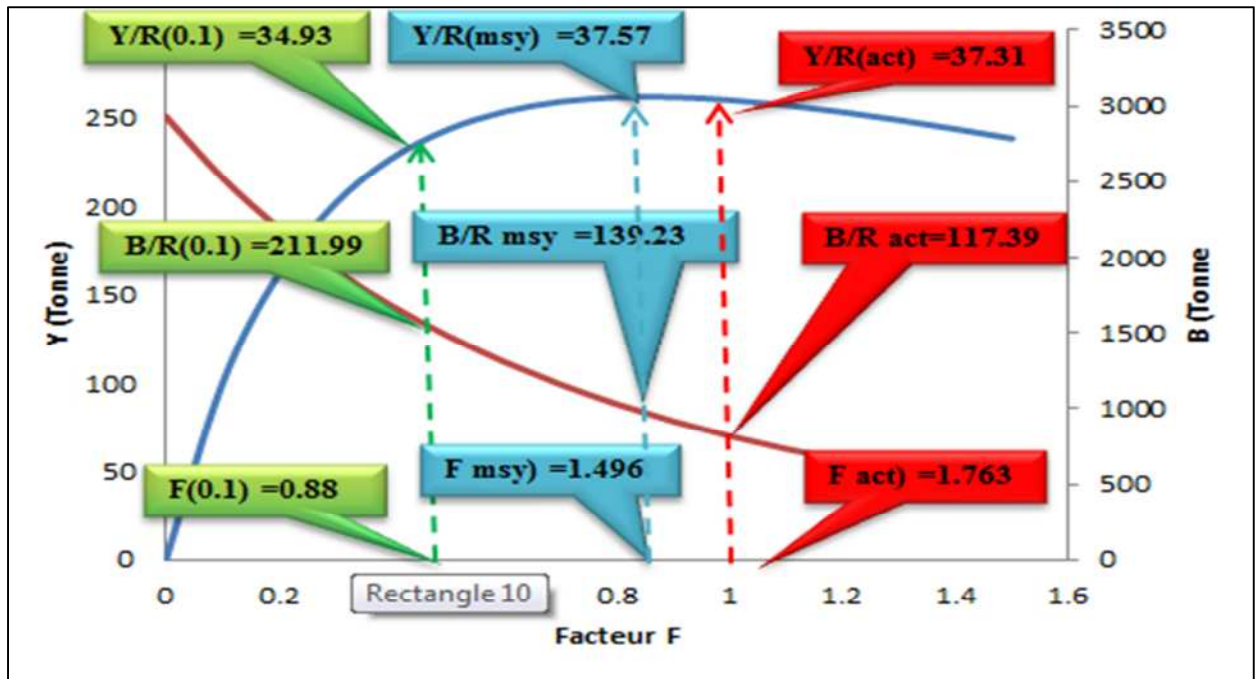


Figure 1 : rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le FISAT II).

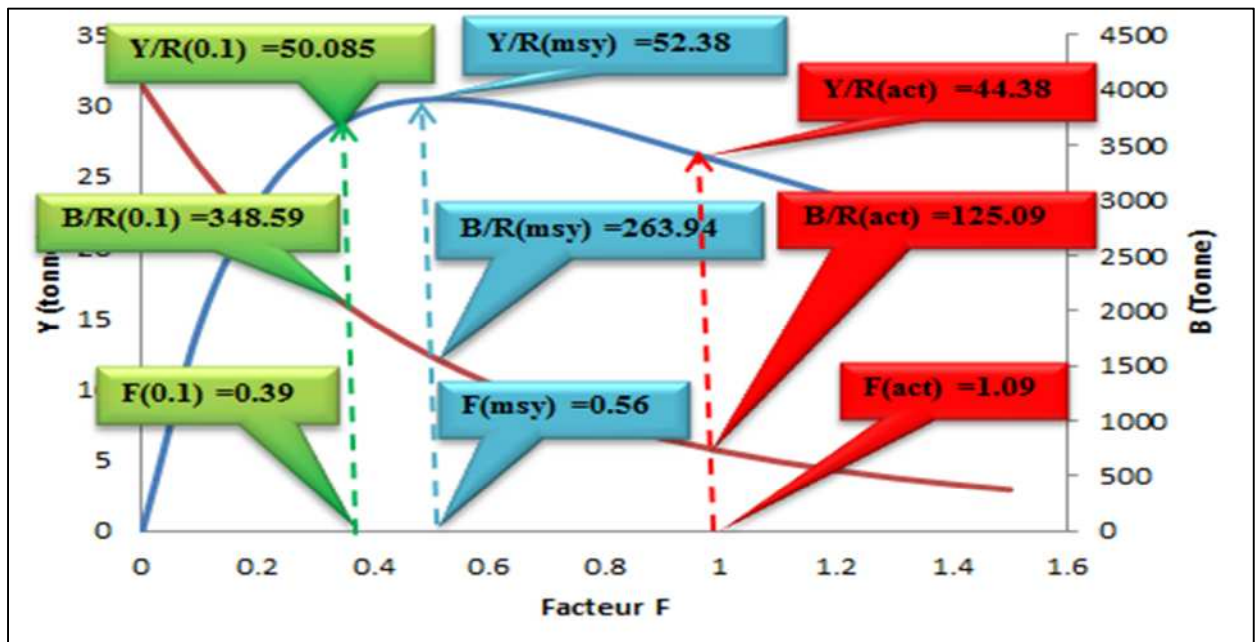


Figure 2 : rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme ELEFEN I).

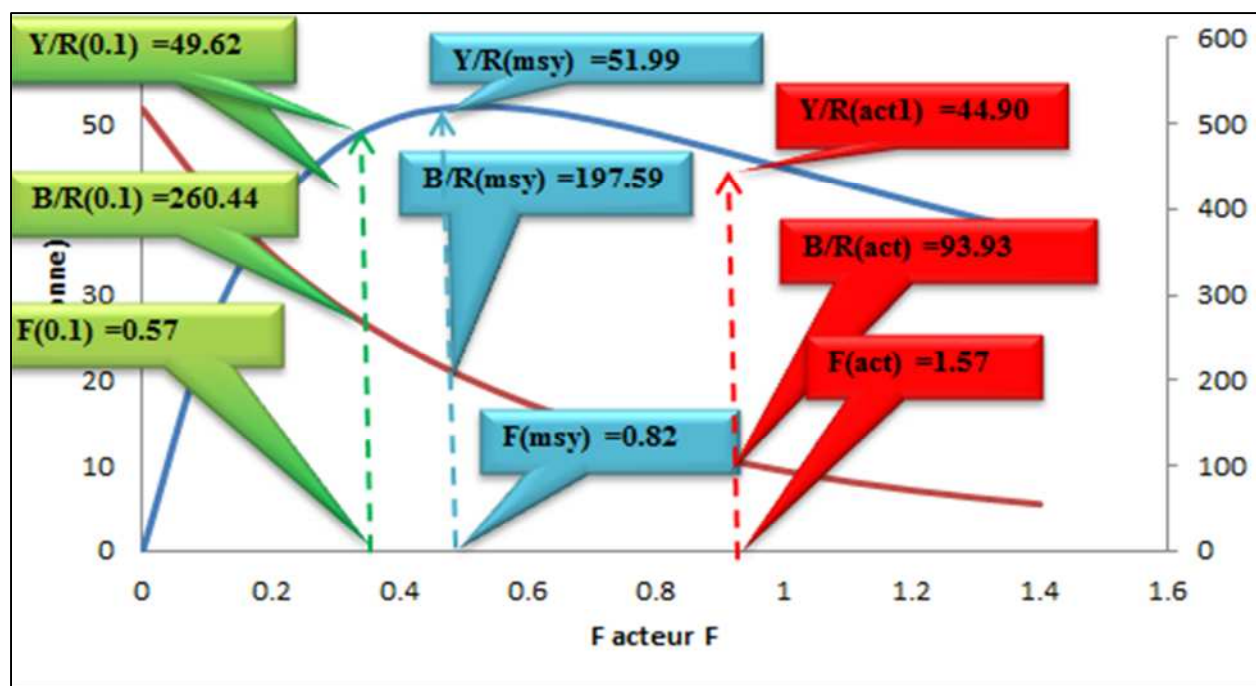


Figure 3 : Rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme Fishparm).

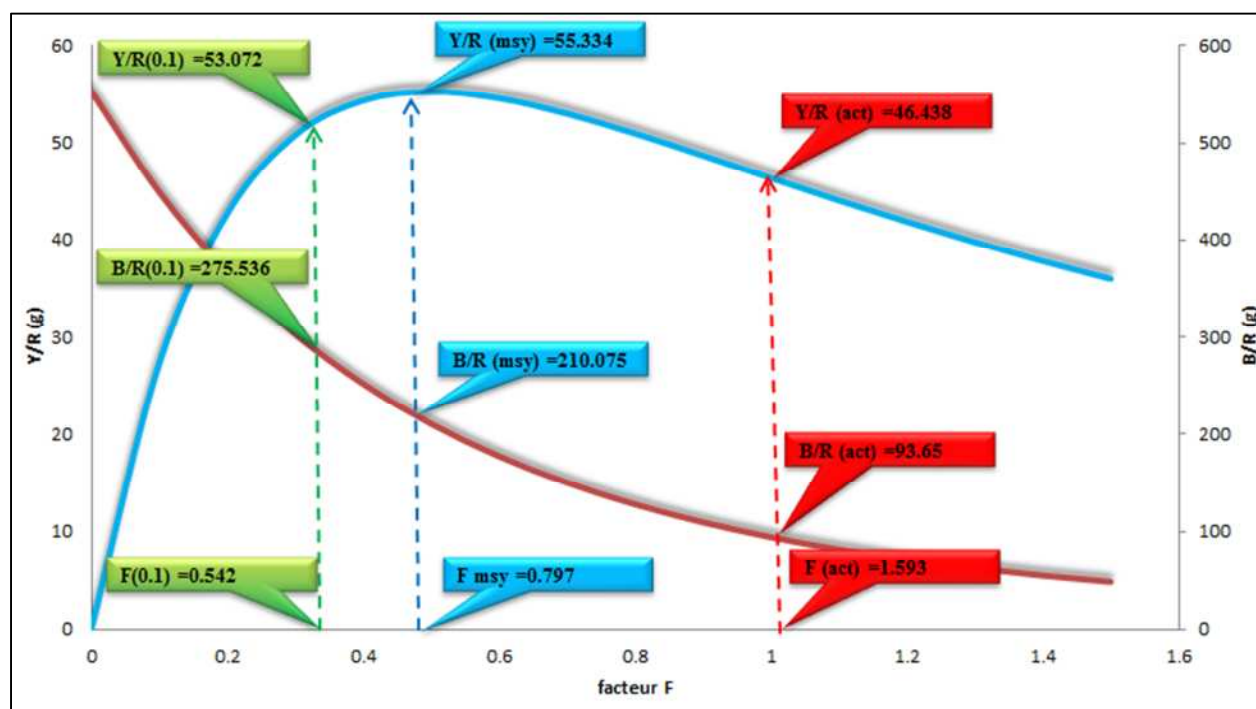


Figure 4 : Rendement et biomasse par recrue du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme VONBIT).

Rendement (production) et biomasse moyenne du merlu de la région centre.

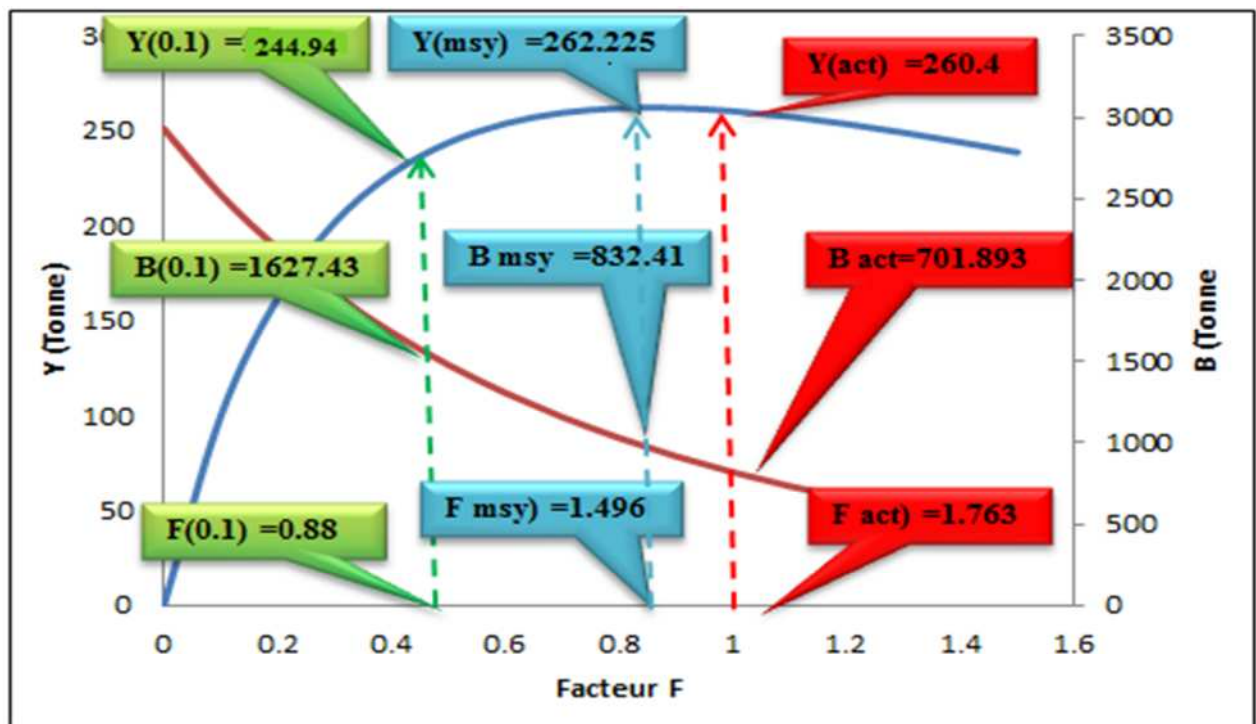


Figure 5 : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le FISAT II).

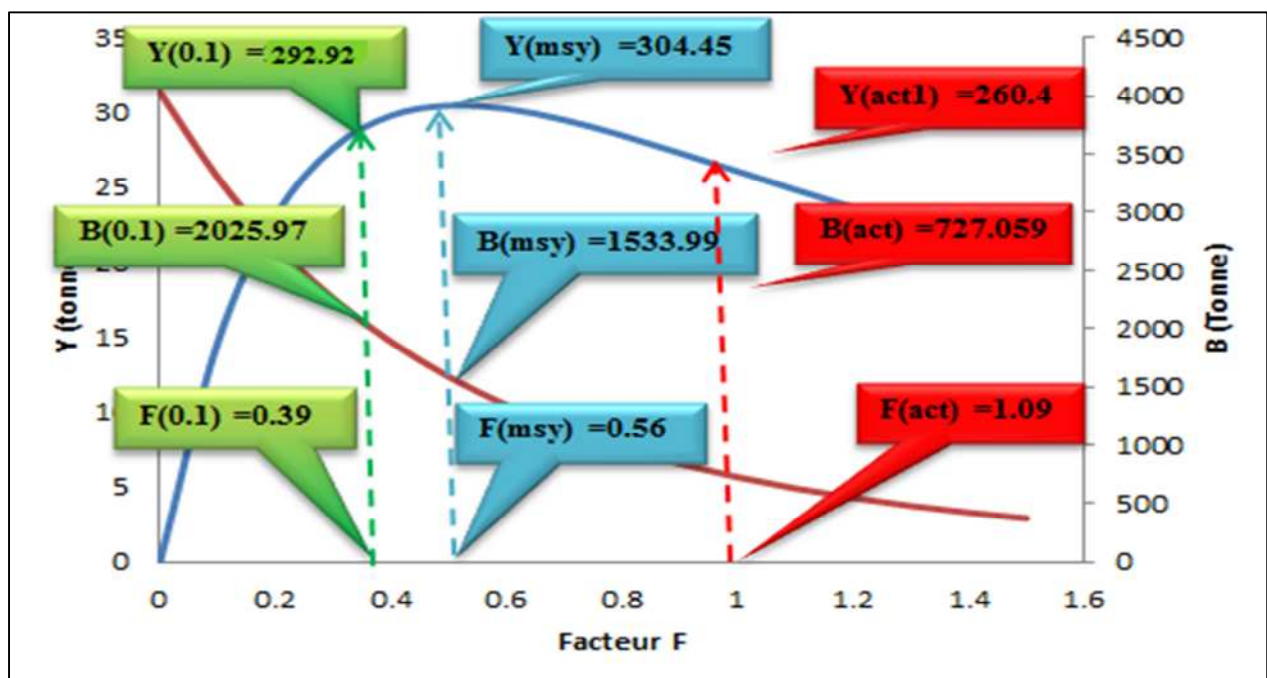


Figure 6 : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme ELEFEN I).

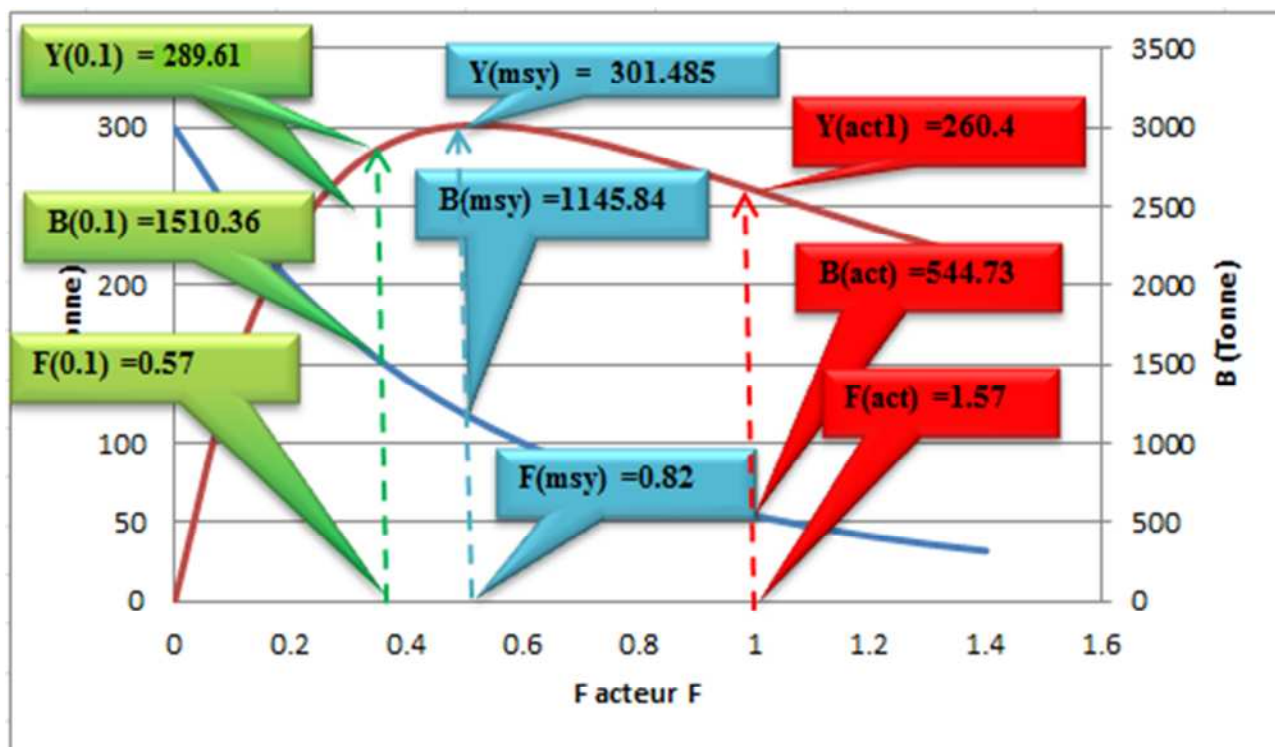


Figure 7. : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme Fishparm).

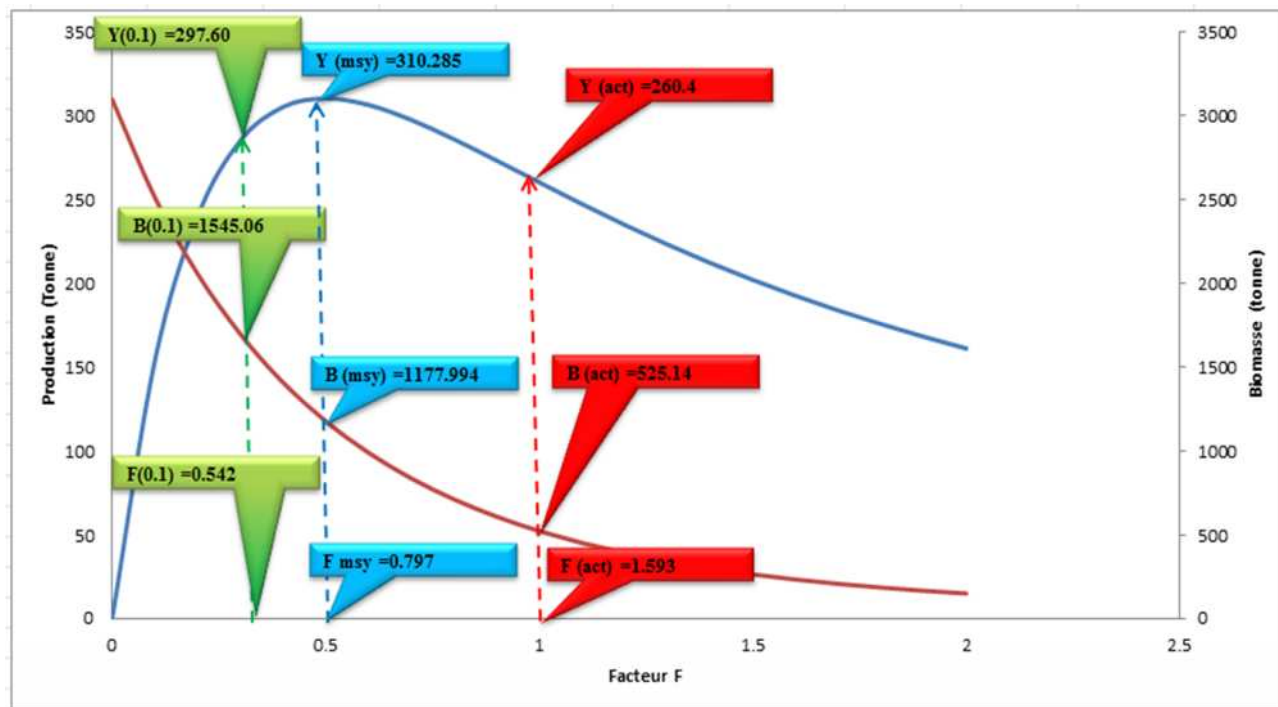


Figure 8. : Rendement et biomasse du merlu de la région centre (paramètres de croissance obtenue par le programme VONBIT).

Tableau-1 : Fluctuations de la production, biomasse par recrue et de la biomasse féconde en fonction des changements de l'effort de pêche.

Facteur F	Y/R	B/R	SSB	Facteur F	Y/R	B/R	SSB
0	0	552.588	496.584	0.51	55.323	206.416	169.019
0.01	3.467	540.967	485.42	0.52	55.297	202.833	165.72
0.02	6.751	529.636	474.543	0.53	55.258	199.326	162.493
0.03	9.862	518.588	463.944	0.54	55.205	195.89	159.336
0.04	12.806	507.814	453.615	0.55	55.141	192.526	156.247
0.05	15.593	497.306	443.548	0.56	55.064	189.231	153.225
0.06	18.229	487.057	433.735	0.57	54.977	186.004	150.269
0.07	20.722	477.06	424.17	0.58	54.879	182.843	147.376
0.08	23.079	467.306	414.845	0.59	54.771	179.746	144.545
0.09	25.306	457.791	405.753	0.6	54.654	176.712	141.774
0.1	27.409	448.505	396.888	0.61	54.528	173.74	139.063
0.11	29.394	439.445	388.244	0.62	54.394	170.828	136.409
0.12	31.267	430.602	379.813	0.63	54.252	167.974	133.812
0.13	33.034	421.971	371.59	0.64	54.103	165.178	131.269
0.14	34.698	413.546	363.57	0.65	53.947	162.438	128.781
0.15	36.266	405.321	355.746	0.66	53.784	159.752	126.344
0.16	37.741	397.292	348.113	0.67	53.616	157.12	123.959
0.17	39.129	389.451	340.666	0.68	53.442	154.54	121.624
0.18	40.433	381.796	333.4	0.69	53.263	152.012	119.338
0.19	41.658	374.319	326.309	0.7	53.078	149.533	117.099
0.2	42.807	367.017	319.389	0.71	52.89	147.103	114.907
0.21	43.884	359.885	312.635	0.72	52.696	144.72	112.761
0.22	44.892	352.918	306.043	0.73	52.499	142.384	110.658
0.23	45.835	346.111	299.608	0.74	52.298	140.094	108.6
0.24	46.716	339.461	293.326	0.75	52.094	137.848	106.583
0.25	47.537	332.964	287.193	0.76	51.886	135.645	104.609
0.26	48.303	326.615	281.205	0.77	51.676	133.485	102.674
0.27	49.015	320.41	275.358	0.78	51.463	131.367	100.779
0.28	49.676	314.346	269.648	0.79	51.247	129.29	98.923

0.29	50.288	308.418	264.072	0.8	51.029	127.252	97.105
0.3	50.855	302.624	258.626	0.81	50.809	125.253	95.324
0.31	51.378	296.96	253.306	0.82	50.587	123.292	93.578
0.32	51.859	291.422	248.11	0.83	50.363	121.368	91.868
0.33	52.3	286.008	243.033	0.84	50.138	119.481	90.193
0.34	52.704	280.714	238.074	0.85	49.912	117.63	88.551
0.35	53.072	275.536	233.229	0.86	49.684	115.813	86.942
0.36	53.406	270.473	228.494	0.87	49.455	114.03	85.366
0.37	53.708	265.521	223.867	0.88	49.225	112.281	83.821
0.38	53.979	260.677	219.346	0.89	48.995	110.565	82.307
0.39	54.221	255.938	214.928	0.9	48.763	108.88	80.823
0.4	54.436	251.303	210.609	0.91	48.532	107.227	79.368
0.41	54.624	246.768	206.387	0.92	48.299	105.604	77.943
0.42	54.787	242.33	202.261	0.93	48.067	104.011	76.545
0.43	54.926	237.988	198.227	0.94	47.834	102.448	75.176
0.44	55.043	233.739	194.283	0.95	47.601	100.913	73.833
0.45	55.139	229.581	190.427	0.96	47.368	99.407	72.516
0.46	55.214	225.511	186.657	0.97	47.135	97.928	71.226
0.47	55.27	221.528	182.971	0.98	46.903	96.476	69.96
0.48	55.308	217.629	179.365	0.99	46.67	95.05	68.72
0.49	55.329	213.811	175.84	1	46.438	93.65	67.503
0.5	55.334	210.075	172.391	1.01	46.206	92.275	66.311
1.02	45.975	90.925	65.141	1.53	35.525	45.721	27.322
1.03	45.744	89.6	63.994	1.54	35.353	45.164	26.879
1.04	45.513	88.298	62.869	1.55	35.182	44.615	26.444
1.05	45.283	87.02	61.766	1.56	35.013	44.074	26.017
1.06	45.054	85.764	60.685	1.57	34.844	43.543	25.597
1.07	44.826	84.53	59.624	1.58	34.677	43.019	25.185
1.08	44.598	83.319	58.583	1.59	34.511	42.504	24.779
1.09	44.371	82.129	57.562	1.6	34.347	41.997	24.381
1.1	44.145	80.96	56.561	1.61	34.184	41.497	23.99
1.11	43.92	79.811	55.579	1.62	34.021	41.006	23.606
1.12	43.696	78.683	54.616	1.63	33.861	40.522	23.229

1.13	43.472	77.574	53.671	1.64	33.701	40.045	22.858
1.14	43.25	76.485	52.744	1.65	33.543	39.576	22.493
1.15	43.029	75.415	51.834	1.66	33.386	39.114	22.135
1.16	42.809	74.363	50.942	1.67	33.23	38.659	21.783
1.17	42.589	73.33	50.066	1.68	33.075	38.211	21.437
1.18	42.371	72.314	49.207	1.69	32.922	37.77	21.097
1.19	42.154	71.316	48.365	1.7	32.769	37.336	20.763
1.2	41.938	70.335	47.537	1.71	32.618	36.908	20.435
1.21	41.724	69.371	46.726	1.72	32.468	36.487	20.113
1.22	41.51	68.423	45.93	1.73	32.319	36.072	19.796
1.23	41.298	67.492	45.148	1.74	32.172	35.663	19.484
1.24	41.087	66.576	44.381	1.75	32.025	35.26	19.178
1.25	40.877	65.676	43.628	1.76	31.88	34.864	18.877
1.26	40.668	64.792	42.89	1.77	31.736	34.473	18.581
1.27	40.461	63.922	42.165	1.78	31.593	34.089	18.29
1.28	40.255	63.067	41.453	1.79	31.451	33.71	18.004
1.29	40.05	62.226	40.754	1.8	31.31	33.336	17.724
1.3	39.846	61.399	40.069	1.81	31.17	32.969	17.447
1.31	39.644	60.586	39.396	1.82	31.031	32.606	17.176
1.32	39.443	59.787	38.735	1.83	30.894	32.249	16.909
1.33	39.243	59.001	38.087	1.84	30.757	31.897	16.647
1.34	39.045	58.228	37.45	1.85	30.622	31.551	16.389
1.35	38.848	57.468	36.825	1.86	30.488	31.209	16.135
1.36	38.652	56.72	36.211	1.87	30.354	30.873	15.886
1.37	38.458	55.985	35.609	1.88	30.222	30.541	15.641
1.38	38.264	55.262	35.017	1.89	30.091	30.214	15.4
1.39	38.073	54.551	34.437	1.9	29.961	29.892	15.163
1.4	37.882	53.851	33.866	1.91	29.832	29.575	14.93
1.41	37.693	53.163	33.306	1.92	29.704	29.262	14.701
1.42	37.505	52.486	32.757	1.93	29.577	28.954	14.476
1.43	37.318	51.82	32.217	1.94	29.451	28.65	14.254
1.44	37.133	51.165	31.687	1.95	29.326	28.35	14.036
1.45	36.949	50.52	31.166	1.96	29.201	28.055	13.822

1.46	36.767	49.886	30.655	1.97	29.078	27.764	13.612
1.47	36.585	49.262	30.152	1.98	28.956	27.477	13.404
1.48	36.405	48.648	29.659	1.99	28.835	27.195	13.201
1.49	36.227	48.043	29.175	2	28.715	26.916	13
1.5	36.049	47.449	28.699				
1.51	35.873	46.864	28.232				
1.52	35.699	46.288	27.773				