

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPOLAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES SCIENCES DE LA MER ET DE
L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en sciences de la mer

Spécialité : Biodiversité et gestion d'écosystème

Thème

**Utilisation d'un SIG (Système d'Information Géographique) dans un
modèle de distribution d'une espèce : le cas de *Merluccius
merluccius* (Linnaeus, 1758); le merlu européen de la baie de Bou-Ismaïl**

Réalisé par :

Rayane SEKIOU

Soutenue publiquement le : 4 – 11 - 2020

Devant le jury composé de :

Président : Mme Lynda AMROUCHE, ENSSMAL

Examineur : Mr Mohamed KACHER, ENSSMAL

Examineur : Mme Nahla LAHMER, ENSSMAL

Promoteur : Mr Wahid REFES , ENSSMAL

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Je remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la patience d'achever ce travail qui représente la fin d'un parcours d'étude riche en expériences humaines et académiques.

A Monsieur le Professeur REFES Wahid pour avoir accepté de diriger et de suivre constamment le progrès de ce travail, par ses suggestions qui ont été très précieuses pour structurer et améliorer la qualité de ce travail. La patience dont il a fait preuve à mon égard est infinie, je ne pourrais jamais omettre, son esprit de recherche et ses commentaires efficaces qui m'ont toujours encouragée à progresser et à aller de l'avant. Ces quelques mots sont peu de choses en comparaison au soutien qu'il m'a apporté. Qu'il me soit permis, toujours, de lui exprimer ma sincère et profonde gratitude.

A Madame AMROUCHE Lynda, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de ce travail de fin d'étude, qu'il soit assuré de mes vifs remerciements et de mon profond respect.

A Monsieur KACHER Mohamed, qui me fait l'honneur de faire partie du jury d'examen de ce mémoire. Je le prie de bien croire à mon profond respect et toute ma gratitude.

A Madame LAHMER Nahla, pour avoir accepté pour sa part de l'examiner en siégeant au sein de ce jury. Je la remercie pour cette marque d'intérêt porté à ce travail.

Je tiens à remercier aussi l'ensemble des enseignants ayant contribué à ma formation durant mon cycle d'étude.

Je dédie ce travail ...

À ma très chère mère Biza

Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher.

Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin.

Vous avez guetté mes pas, et m'avez couvé de tendresse, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Vous m'avez aidé et soutenu pendant 22 ans avec à chaque fois une attention renouvelée.

Biza, vous êtes mon inspiration, mon soutien, ma confidente, mon modèle, ma force. J'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme mère.

L'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

À mon père Mohamed-Nacer

Un grand merci à mon papa, pour leur amour, leur encouragement, j'espère que tu es fière de moi. Que Dieu te garde et protège.

À mon frère unique Mouloud

Merci pour ta bonté, ton précieux soutien moral, je souhaite de tout mon cœur du succès dans vos études supérieures. Que Dieu te protège, t'accorde santé, plein de bonheur dans ta vie.

À mon oncle MAZOUZ Larbi

Je profite de la présence occasion pour remercier mon oncle Larbi, qui il était présent dans des moments dure de ma vie et qui occupe une grande place dans ma vie et mon cœur. Que Dieu le tout puissant vous comble de santé, de bonheur et vous prouve une longue vie pleine de joie.

À ma chère amie BOUDEBABEZ Asma

Ton soutien moral, ta gentillesse sans égale ta présence et tes encouragements m'on était d'une grande aide. En souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

Liste des figures :

Figure 1 : Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (Google Earth Pro, 2020).	5
Figure 2 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 1998).....	7
Figure 3 : Photo de profil du <i>Merluccius merluccius</i> (https://doris.ffesm.fr/ , Gilles CAVIGNAUX, 2009).	10
Figure 4 : Vue dorsale de la tête d'un merlu (Khoufi, 2015).....	10
Figure 5 : Détail de la bouche (https://doris.ffesm.fr/ , Claude WACQUANT, 2010).	11
Figure 6 : Distribution géographique des merlus (genre <i>Merluccius</i>) (Lloris <i>et al.</i> , 2005).	13
Figure 7 : Principales étapes du cycle de vie du merlu (Bodiguel, 2008).....	16
Figure 8: Localisation géographique des traits de pêche réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl par la Thalassa et le Vizconde de Eza	18
Figure 9 : Schéma de la démarche générale de la construction d'un système d'information géographique (SIG) (Refes, 2011).	25
Figure 10 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 130 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Thalassa en 1982).....	37
Figure 11 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 130 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Thalassa en 1982).....	38
Figure 12 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 12 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Vizconde de Eza en 2003).	39
Figure 13 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 12 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Vizconde de Eza en 2003).....	40
Figure 14 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 593 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Vizconde de Eza en 2004).....	41
Figure 15 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 593 individus du <i>Merluccius merluccius</i> (campagne de Vizconde de Eza en 2004).....	42
Figure 16 : Les densités moyennes (ind./h \pm erreur standard) du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl regroupées par année (130 individus en 1982 et 605 individus en 2003/2004).	43

Figure 17 : Les biomasses moyennes (kg./h \pm erreur standard) du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl regroupées par année (130 individus en 1982 et 605 individus en 2003/2004).	44
Figure 18 : Répartition bathymétrique des densités moyennes (ind./h \pm erreur standard) du <i>Merluccius merluccius</i> (735 individus) dans la baie de Bou-Ismaïl.	45
Figure 19 : Répartition bathymétrique des biomasses moyennes (kg./h \pm erreur standard) du <i>Merluccius merluccius</i> (735 individus) dans la baie de Bou-Ismaïl.	45
Figure 20 : La répartition bathymétrique des structures en taille par sexe du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (333 ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274 ind).....	49
Figure 21 : Variation bathymétrique de sex-ratio (Mâles / Femelles) du <i>Merluccius merluccius</i> (333 femelles et 274 mâles) dans la baie de Bou-Ismaïl.....	50
Figure 22 : Structure en taille par sexe du <i>Merluccius merluccius</i> en 1982 et en 2003/2004. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).....	54
Figure 23 : Variation temporelle de sex-ratio (Mâles / Femelles) du <i>Merluccius merluccius</i> (333 femelles et 274 mâles) dans la baie de Bou-Ismaïl.....	54
Figure 24 : Fréquences de tailles du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	59
Figure 25 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).	60
Figure 26 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus mâles+ indéterminés (1219 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).	61
Figure 27 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus à sexes confondus (2240 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).	61

Figure 28 : Courbe de la croissance linéaire du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).....	62
Figure 29 : Détermination graphique de a et b des merlus femelles+ indéterminés (1552 individus).....	64
Figure 30 : Détermination graphique de a et b des merlus mâles + indéterminés (1219 individus).....	65
Figure 31 : Détermination graphique de a et b des merlus à sexes confondus (2240 individus).	66
Figure 32 : Courbe théorique de croissance linéaire du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).....	68
Figure 33 : Relation taille-poids chez les merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) et Lt(cm).....	71
Figure 34 : Relation taille-poids chez les merlus mâles (1219 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) et Lt (cm).	71
Figure 35 : Relation taille-poids chez les merlus (2240 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) ; Lt (cm).....	72
Figure 36 : Courbe théorique de croissance pondérale du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	74

Liste de tableaux :

Tableau 1 : Caractéristiques des traits réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl	17
Tableau 2 : Répartition bathymétrique des tailles et des sexes du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).	48
Tableau 3 : Répartition des merlus immatures en fonction du sexe et de la profondeur. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).	50
Tableau 4 : Répartition des tailles et des sexes du <i>Merluccius merluccius</i> en 1982 et en 2003/2004. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).	53
Tableau 5 : Variation temporelle des tailles du <i>Merluccius merluccius</i> de la baie de Bou-Ismaïl.	55
Tableau 6 : Clé âge- longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (1967) pour les merlus en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	60
Tableau 7 : Longueurs totales et accroissements linéaires annuels de <i>Merluccius merluccius</i> de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	63
Tableau 8 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) en baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.	64
Tableau 9 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus mâles + indéterminés (1219 individus) de la baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.	65
Tableau 10 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus à sexes confondus (2240 individus) de la baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.	66
Tableau 11 : Paramètres du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy de <i>Merluccius merluccius</i> de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	67

Tableau 12 : Longueurs théoriques de <i>Merluccius merluccius</i> obtenues selon le modèle de Von Bertalanffy. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind); LO : longueur observée ; LT : longueur théorique.....	67
Tableau 13 : Paramètres de la relation taille-poids total du <i>Merluccius merluccius</i> de la baie de Bou-Ismaïl. . F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).....	70
Tableau 14 : Equations de régression de la relation entre le poids total (g) et la longueur totale (cm) chez <i>Merluccius merluccius</i> de la baie de Bou-Ismaïl. . F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind) ; N : effectifs ; R ² : coefficient de corrélation.....	70
Tableau 15 : Paramètres de l'équation de croissance pondérale du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles + indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles + indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).....	72
Tableau 16 : Clé âge-poids obtenue pour les merlus de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).	73
Tableau 17 : Comparaison des paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy (L [∞] , K, et t ₀) et test phi-prime (Ø') obtenus par différents auteurs, par zone, pour l'ensemble des sexes et sexe séparé du <i>Merluccius merluccius</i>	76

TABLE DE MATIERE

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction.....	1
Chapitre I : Généralités	4
I. Présentation de la zone d'étude	5
1. Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl	5
2. Bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl	6
3. Caractéristiques physiques du milieu	7
II. Présentation de l'espèce (<i>Merluccius merluccius</i> , L., 1758).....	7
1. Origine et classification.....	7
2. Dénomination	8
3. Intérêt économique	9
4. Morphologie	9
5. Biologie de l'espèce	11
6. Répartition géographique	11
7. Migrations	13
8. Régime alimentaire	13
9. Âge et croissance.....	14
10. Reproduction	15
III . Campagnes de chalutage	16
1. Caractéristiques des traits de pêche réalisés.....	16
2. Situation géographique des traits de pêche	17

Chapitre II : Matériel et Méthodes	19
1. Les données utilisées	20
2. Analyse des données	20
2.1. Caractérisation de la population	20
2.1.1. Densité	20
2.1.2. Biomasse.....	20
2.1.3. Sex-ratio	20
2.2 Etude biométrique	21
3. Mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG).....	21
3.1. Définition d'un SIG	21
3.2. Rôle de l'outil SIG à mettre en place.....	22
3.3. Méthodologie de mise en place d'un SIG.....	23
3.3.1. Inventaire des données nécessaires.....	23
3.3.2. Images utilisées	23
3.3.3. Référentiel géographique	23
3.3.4. Numérisation des données	24
3.3.5. Représentations cartographiques finales.....	24
4. Variations spatio-temporelles des densités et biomasses du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismaïl.....	26
5. Structures démographiques du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismaïl .	26
5.1. Distribution des fréquences de taille par sexe.....	27
5.2. Taille moyenne.....	27
5.3. Sex-ratio	27
6. Etude de l'âge et de la croissance chez le merlu Européen.....	28
6.1. Détermination de l'âge	28
6.2. Modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938)	29

6.3. Les paramètres de croissance du modèle de Von Bertalanffy (1938) par la méthode de Ford Walford (1946)	30
6.4. La relation taille – poids	31
6.5. Modélisation de la croissance pondérale	32
7. Analyse statistiques des données.....	33
Chapitre III : Résultats et discussion.....	36
1. Distribution de l'espèce : le Merlu (<i>Merluccius merluccius</i> , Linnée, 1758).....	37
1.1. Biogéographie de l'espèce.....	37
1.2. Variations spatio-temporelles des densités et biomasses du <i>Merluccius merluccius</i> en baie de Bou-Ismail	43
1.3. Structures démographiques du <i>Merluccius merluccius</i> dans la baie de Bou-Ismail	46
1.3.1. Répartitions bathymétriques des tailles et des sexes	46
1.3.2. Variabilité temporelle des tailles et des sexes	51
Discussion.....	55
2. Etude de l'âge et de la croissance	58
2.1. Distribution de fréquence des tailles	58
2.2. Etude de la clé âge-Longueur par la méthode de Battacharya (1967).....	59
2.3. Taux d'accroissement linéaire annuel	62
2.4. Modélisation de la croissance linéaire	63
2.5. Relation taille-poids	69
2.6. Croissance pondérale relative.....	72
Discussion.....	74
Conclusion générale	80
Références bibliographiques	
Annexes	

Résumé

La présente étude est une contribution à l'étude de la distribution spatio-temporelle d'un poisson téléostéen le Merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) ainsi que l'étude de son biologie de croissance dans la baie de Bou-Ismaïl.

Le SIG a été utilisé dans ce travail, pour acquérir, archiver, valoriser et présenter sous une forme cartographique des bases de données spatio-temporelle provenant de différentes campagnes de chalutage dans un référentiel unique dans le but d'établir un modèle de distribution de merlu européen (*Merluccius merluccius*) de la baie de Bou-Ismaïl.

La variabilité temporelle et bathymétrique des densités (ind./h), biomasses (kg./h) et des structures démographiques (tailles et sexes) des merlus a été étudiée à partir des données provenant de trois campagnes de chalutage réalisés entre 1982 et 2004 à différentes strates bathymétriques (50 - 800 mètres) dans la baie de Bou-Ismaïl. Des analyses statistiques ont également été utilisées pour identifier les effets de 22 ans d'exploitation et de la profondeur sur l'abondance et la structure démographique du *Merluccius merluccius*. Les résultats de ces analyses ont montrés que l'effet de la profondeur est significatif, les concentrations les plus importantes de merlu sont apparues entre 100 et 200 mètres de profondeur (probablement en corrélation avec la présence de pépinières), au-delà de 500 mètres, le merlu présente une abondance limitée. La surexploitation du merlu européen a eu des conséquences sur la structure démographique. En effet, une diminution très importante des tailles moyennes et maximales des individus ainsi que de la proportion de femelles a été observée au cours des années 1982, 2003 et 2004.

La croissance du merlu de la baie de Bou-Ismaïl, vérifie l'hypothèse d'une croissance rapide démontrée auparavant dans d'autres zones de distribution aussi bien en Méditerranée qu'en Atlantique nord. La croissance en taille suit le modèle linéaire, rapide chez les jeunes et diminue avec l'âge.

Abstract

This study is a contribution to the study of the spatio-temporal distribution and growth biology of a teleost fish Hake *Merluccius merluccius* (Linnaeus 1758) in Bou-Ismaïl Bay.

The GIS was used in this work, to acquire, archive, enhance and present in a cartographic form spatio-temporal databases from different trawling campaigns in a single repository in order to establish a hake distribution model in Bou-Ismaïl bay. The temporal and bathymetric variability of hake densities (ind ./h), biomasses (kg ./h), and demographic structures (sizes and sexes) was studied using data from three trawling campaigns conducted between 1982 and 2004 at different bathymetric strata (50- 800 mètres) in Bou-Ismaïl Bay. Statistical analyses were also used to identify the effects of 22 years of exploitation and depth on the abundance and demographic structure of *Merluccius merluccius*. The results of these analyses showed that the effect of the depth is significant, the highest concentrations of hake appeared between 100 and 200 metres deep (probably correlated with the presence of nurseries), and beyond 500 metres, hake has a limited abundance. The overexploitation of European hake has had an impact on the demographic structure. Indeed, a very significant decrease in the average and maximum sizes of individuals and in the proportion of females was observed during 1982, 2003 and 2004.

A growth of hake in Bay of Bou-Ismaïl, attests the hypothesis of rapid growth demonstrated in other areas of distribution as well as the Mediterranean and the North Atlantique. Growth follows a linear model size, fast among youth and decreases with age.

ملخص

الدراسة الحالية هي مساهمة في دراسة التوزيع الزمني المكاني وبيولوجيا نمو سمكة المرنوز *Hake Merluccius* في خليج بو إسماعيل.

تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية في هذا العمل للحصول على قواعد بيانات مكانية وزمنية من حملات الصيد المختلفة (*Merluccius merluccius*) وأرشفتها وتحسينها وتقديمها في شكل خرائط من أجل إنشاء نموذج توزيع سمك المرنوز في خليج بو إسماعيل.

تمت دراسة تأثير التباين الزمني وقياس الأعماق على الكثافات (الحجم والكتلة الحيوية) لسمك المرنوز باستخدام بيانات من ثلاث حملات للصيد أجريت بين عامي 1982 و 2004 في طبقات مختلفة من الأعماق (50-800 متر) على مستوى خليج بو إسماعيل. تم استخدام التحليلات الإحصائية لتحديد آثار 22 عامًا من الاستغلال والعمق على الوفرة. أظهرت نتائج هذه التحليلات أن للعمق تأثير قوي على التوزيع و البنية الديموغرافية لهذا الصنف من الأسماك، حيث ظهرت أعلى التراكيز من هذا السمك على عمق يتراوح بين 100 و 200 متر (مناطق التكاثر والحضانة)، أما بالنسبة للأعماق أكثر من 500 متر، فسمك المرنوز يمثل وفرة محدودة. الاستغلال المفرط للمرنوز يمكن أن يكون له تأثيرات على التركيبة الديموغرافية. و هذا يظهر جيدا في نتائجنا حيث لوحظ انخفاض كبير في متوسط الحجم المتوسط و الأقصى للأفراد وكذلك انخفاض كبير في نسبة الإناث خلال الأعوام 1982 و 2003 و 2004.

الدراسة المتعلقة بنمو سمك المرنوز في خليج بو إسماعيل تؤكد فرضية النمو السريع التي ظهرت سابقاً في مناطق التوزيع الأخرى في كل من البحر الأبيض المتوسط وشمال المحيط الأطلسي. النمو في الطول يتميز بأنه سريع عند الشباب و ينخفض تدريجياً مع تقدم العمر

Introduction

La mer Méditerranée est riche en ressources marines. Son écosystème marin unique dans les eaux tempérées chaudes se caractérise par une biodiversité exceptionnelle. Depuis des millénaires, ses espèces marines constituent, d'une part, un moyen de subsistance pour l'homme et, d'autre part, le moteur des économies nationales de la région. Cependant, la croissance démographique et la demande accrue en ressources marines font craindre le déclin des espèces ichtyologiques et l'appauvrissement de la diversité marine locale dans son ensemble **(Caddy, 1993)**.

Les débarquements totaux de la pêche en Méditerranée ont augmenté depuis 1950 de 0.7 millions de tonnes en 1985 et environ 1.5 millions de tonnes en 2004 **(FAO, 2005)**. Les pêcheries de la Méditerranée ne représentent qu'une faible proportion du total mondial qui s'élève à 100 millions. Les espèces démersales constituent un groupe d'espèces complexe et plus de 100 espèces qui ont une valeur commerciale importante **(Leonart et Maynou, 2003 ; FAO, 2005)**.

Jadis l'activité de pêche, en Algérie, a été alignée parmi les secteurs non stratégiques ; ensuite, elle a pu reconquérir sa place relative aux potentialités qu'elle recèle. En effet, avec une façade maritime de plus de 1600 km renfermant une surface réservée à la pêche maritime 9.5 millions d'hectares, plus d'une trentaine de ports réparties en trois catégories (ports mixtes, ports de pêche et abris de pêche), avec une flottille forte de 4532 unités (494 chalutiers, 1077 sardiniers, 2935 petits métiers et 15 Thoniers), et d'un effectif marin de 30000 inscrits maritimes en 2009, ce secteur a pu développer une activité économique méritant toute l'attention qu'on lui a accordé en disposant d'un potentiel appréciable en mesure de contribuer à la sécurité alimentaire du pays, la création d'emplois et la consolidation économique du pays **(MPRH, 2009)**.

La pêche pratiquée au niveau du bassin algérien cible une grande variété d'espèces pélagiques et secondairement quelques espèces démersales, avec une production annuelle avoisinant les 150 mille tonnes par an **(FAO, 2007)**.

La connaissance de la biologie des espèces est primordiale et en particulier, l'étude de la Structures démographiques, l'âge et la croissance sont des paramètres qui permettent une meilleure vision de la dynamique des populations des espèces exploitées. Leurs estimations est nécessaire pour une meilleure gestion de la ressource **(Betatache et Outmani, 2007)**.

Parmi les espèces démersales pêchées le long du littoral algérien, nous avons choisi, dans le cadre de notre projet de fin d'étude, le Merlu (*Merluccius merluccius* L., 1758) qui représente l'une des principales espèces de poissons démersaux en Algérie, le merlu est l'une des principales espèces exploitées par la flottille chalutière et d'autre part les prises des chalutiers côtiers sont constituées principalement de jeunes merlus de tailles petites et moyennes, rencontrés généralement au niveau du plateau continental dans des profondeurs inférieures à 200 m (FAO, 1986 ; FAO, 1990). Plus de 567.754 tonnes de merlu ont été débarquées par les flottilles nationales méditerranéennes (au nombre de 18) durant la période allant de 1990 à 2006. L'Italie (59%) est le plus important pays exploitant ce stock. L'Espagne (14 %) en deuxième position et la Grèce (12 %) en troisième. Viennent immédiatement après, la France (6 %), la Tunisie (3 %), l'Algérie (2 % soit 11.389 tonnes) et le reste est partagé entre l'Albanie, Chypre, la Croatie, Palestine, Maroc, la Syrie, Slovénie et Malte (FAO, 2005).

La finalité de cette étude a un double objectif : il s'agit, dans un premier temps, (1) l'analyse des variations spatio-temporelles de l'abondance du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl pour déterminer leur répartition bathymétrique et d'étudier la variabilité temporelles de leur densités et biomasses et (2) d'identifier les effets de la profondeur et les années sur leurs structures démographiques, et dans un second temps, d'étudier les éléments de base de la dynamique de cette population (la croissance et l'estimation de l'âge).

La présentation de notre travail s'articule autour de quatre chapitres :

Le premier chapitre relatif au contexte scientifique comporte deux principaux volets :

-le premier volet est dédié à la caractérisation de la zone d'étude.

-le second volet est dédié à la présentation de l'espèce ciblée dans cette étude : *Merluccius merluccius*.

Le deuxième chapitre reprend décrit les méthodes appliquées aux traitements des données issues de :

- différentes campagnes de pêche réalisées sur l'ensemble de la côte algérienne en particulier ceux réalisés en baie de Bou-Ismaïl (Thalassa en 1982 et Vizconde de Eza en 2003 et en 2004).
- un échantillonnage biologique réalisé en baie de Bou-Ismaïl au cours de la saison de ponte (hiver) à différentes années 2010, 2012 et 2017.

Le troisième chapitre réservé à l'analyse des résultats obtenus qui répondent à l'objectif principal de notre étude, il est scindé en deux grandes parties :

- la première partie : l'étude des variations spatio-temporelles des abondances et structures démographiques du *Merluccius merluccius*.
- La deuxième partie : aborde en détail l'étude de la croissance linéaire et pondérale des merlus.

Chapitre I : Généralités

I. Présentation de la zone d'étude

La Baie de Bou-Ismaïl, anciennement appelée **Castiglione**, est l'une des plus importantes baies de la côte algérienne car elle abrite plusieurs ports d'importance économique notamment le port de Bou Haroun.

1. Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl

La zone d'étude correspond à la baie de Bou Ismaïl, qui est limitée à l'Est par le promontoire de Ras-Acrata (Cap Caxine) et à l'Ouest par le cap du Mont Chenoua entre longitude $2^{\circ}54'E$ et $2^{\circ}24'E$, latitude $36^{\circ}48'N$ et $36^{\circ}38'N$. Dans ce vaste domaine maritime, se trouve incluse la baie d'El Djamilia (**Figure 1**). La baie couvre une superficie de 350 km^2 avec une couverture de 40 km orientée selon l'axe Nord-Ouest (**Haddouche, 2003**).

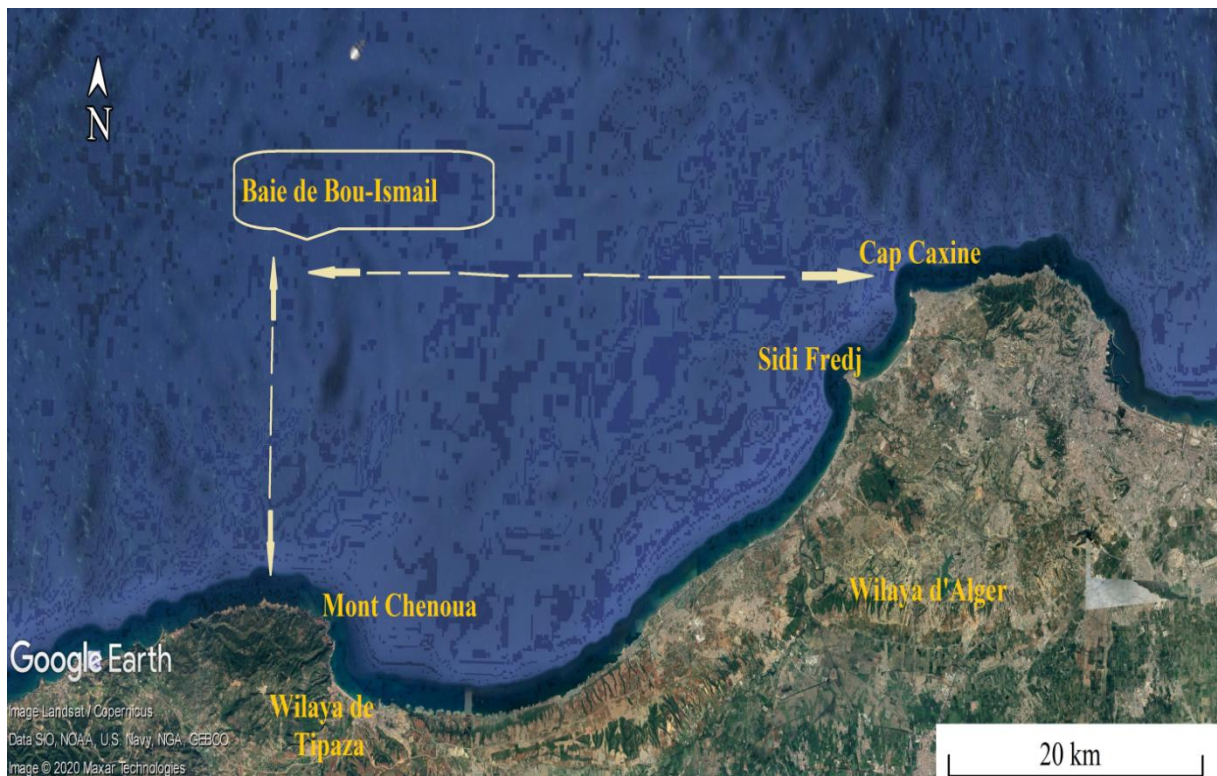


Figure 1: Situation géographique de la baie de Bou-Ismaïl (Google Earth Pro, 2020).

2. Bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl

La courbe bathymétrique 200 m est considérée généralement comme la limite de la marge continentale algérienne et le domaine des plaines abyssales, sa largeur moyenne est de 24 km, elle atteint 55 km au maximum dans la baie de Bou-Ismaïl (**Bachari, 2009**).

Le plateau continental, étant très étroit, atteint un maximum de 13 km au niveau du Mont Chenoua et un minimum de 3 km entre Sidi Fredj et Alger. Il est caractérisé par une pente de l'ordre de 2 à 3% avec une ligne d'inflexion nette autour de l'isobathe 100 m. Cette pente est perturbée par quelques pointements rocheux localisés au large du Mazafran et de Bou Ismaïl (**Bachari, 2009**).

La région de Bou-Ismaïl est une zone à vocation touristique et agricole ; sa frange côtière est soumise principalement aux rejets domestiques des villes et des complexes touristiques qui se déversent directement dans le milieu naturel sans aucun traitement au préalable dans la plupart des cas s'accroissant en période estivale. Ajoutant à cela les rejets d'eaux usées véhiculées par les oueds qui traversent les centres urbains et qui se déversent en mer, drainant les eaux de ruissellement des terres agricoles, des effluents urbains et industriels; à cela s'ajoute la pollution due à l'activité de la pêche (**LEM, 1998**). La carte (**Figure 2**) regroupant l'ensemble des pressions que connaissent les sites littoraux du secteur de la Baie de Bou-Ismaïl (**LEM, 1998**).

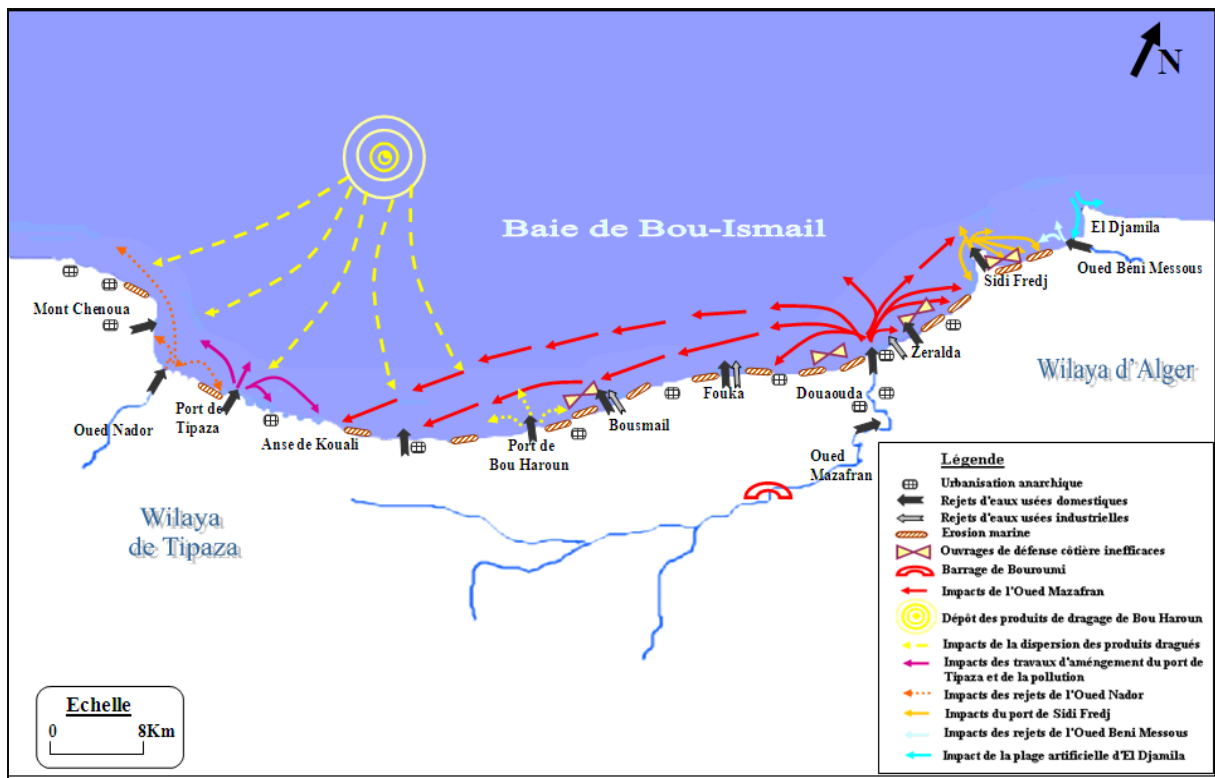


Figure 2 : Carte des pressions naturelles et anthropiques dans la baie de Bou-Ismaïl (LEM, 1998).

3. Caractéristiques physiques du milieu

Les mesures effectuées par **Haddouche (2003)** et **Khaouni (2003)** dans la baie de Bou-Ismaïl, montrent que les températures des eaux superficielles sont de 22 à 24°C en juin et juillet, et de 16.4 et 18.5°C au mois de mars et mai. Concernant la salinité, elle se situe entre 36.3 PSU à 37.6 PSU avec une moyenne de 36.8 PSU pour le mois de mars, et entre 23.5 PSU et 37.2 PSU avec une moyenne de 35.65 PSU pour le mois de mai.

II. Présentation de l'espèce (*Merluccius merluccius*, L., 1758)

1. Origine et classification

Selon **Murua (2010)**, l'origine de la dénomination *Merluccius* vient du mot latin « Marlutiu » qui a été décrit pour la première fois par **Belon (1553)**. « Marlutiu » provient du Maris lucium (Mar : mer ; lutiu : brochet) due à l'apparence similaire au brochet.

Sur le plan systématique, le merlu occupe la position suivante :

- **Règne** : Animalia (Linnaeus, 1758)
- **Phylum** : Chordata (Haeckel, 1874)
- **Super-Classe** : Gnathostomata
- **Classe** : Actinopterygii
- **Ordre** : Gadiformes
- **Famille** : Merlucciidae (Rafinesque, 1815)
- **Sous-Famille** : Merlucciinae (Rafinesque, 1815)
- **Genre** : *Merluccius* (Rafinesque, 1810)
- **Espèce** : *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)
-

2. Dénomination

L'étude réalisée par **Lloris et al. (2005)** sur la systématique des *Merluccius* du monde entier a rassemblé l'attribution de plusieurs synonymes à cette espèce à savoir :

<i>Gadus merluccius</i>	(Linnaeus, 1758)
<i>Merluccius merluccius</i>	(Linnaeus, 1758)
<i>Gadus ruber</i>	(Lacepède, 1803)
<i>Merluccius smiridus</i>	(Rafinesque, 1810)
<i>Onus riali</i>	(Rafinesque, 1810)
<i>Merluccius esculentus</i>	(Risso, 1827)
<i>Merluccius vulgaris</i>	(Fleming, 1828)
<i>Hidronus marlucius</i>	(Minding, 1832)
<i>Merlucius sinuatus</i>	(Swainson, 1838)

<i>Merluccius ambiguus</i>	(Lowe, 1841)
<i>Merluccius lanatus</i>	(Gronow, 1854)
<i>Merluccius argentatus</i>	(Gunther, 1862)
<i>Merluccius linnei</i>	(Malm, 1877)
<i>Onus guttatus</i>	(non Collett, 1890)
<i>Trachinoides maroccanus</i>	(Borodin, 1934)

3. Intérêt économique

Le genre merlu est présent dans toutes les mers, c'est un aliment très apprécié par le consommateur. Son exploitation est ancienne et a un poids socio-économique important, particulièrement en Espagne, en France et au Royaume-Uni. Plus d'un million de tonnes de Merlu ont été capturées annuellement à travers le monde au cours des trois dernières décennies (**Alheit et Pitcher, 1995**). Son intérêt commercial est donc considérable. Néanmoins, la qualité et la valeur commerciale peuvent être très différentes selon les espèces. Sur les marchés européens, l'espèce *Merluccius merluccius* est surtout vendue entière, en tant que produit frais, alors que d'autres espèces sont surtout vendues comme produits commerciaux surgelés sous différentes présentations (**Chapela et al., 2007**).

Au cours de la dernière moitié du XXe siècle et au début du XXIe siècle, le merlu était largement exploité à l'échelle mondiale. Selon les statistiques de la FAO (**FAO, 2010**).

Le merlu constitue un produit de la pêche de haute qualité, bien que la qualité et le prix sur le marché varient selon les espèces. Dans le passé, la plupart des captures de merlu en dehors de l'Europe étaient utilisées pour la production de farine de poisson ou pour l'alimentation animale; de nos jours, la majeure partie du marché du merlu est destinée à la consommation humaine (**Alheit et Pitcher, 1995**). Par exemple, en raison de ses excellentes caractéristiques culinaires, il est recommandé de commercialiser le merlu européen et le merlu austral comme poisson entier frais ou congelé (**Lloris et Matallans, 2003**).

4. Morphologie

Le merlu est connu par ces trois couleurs : le gris acier sur le dos, le plus clair sur les flancs et le blanc argenté sur le ventre (**Figure 3**). Cet animal se distingue par un corps fusiforme, mince et comprimé latéralement. La face supérieure de la tête est aplatie, avec une crête basse an forme de V (**Figure 4**). La bouche est largement fendue, le maxillaire s'étend jusqu'à la verticale du centre de l'œil, mâchoire inférieure dépassant légèrement la supérieure, les dents des mâchoires sont fortes et inclinables et pas de barbillon au menton (**Figure 5**) (**Khoufi, 2015**).



Figure 3 : Photo de profil du *Merluccius merluccius* (<https://doris.ffessm.fr/>, Gilles CAVIGNAUX, 2009).

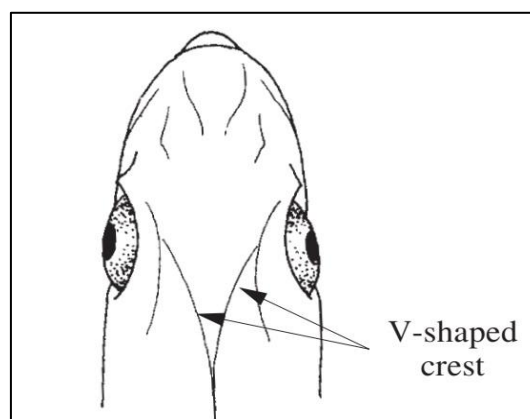


Figure 4 : Vue dorsale de la tête d'un merlu (**Khoufi, 2015**).



Figure 5 : Détail de la bouche (<https://doris.ffessm.fr/> , Claude WACQUANT, 2010).

Le nombre total de branchiospines sur le premier arc est de 8 à 12 avec absence de rayons épineux aux nageoires. Les deux nageoires dorsales sont distinctes ; la première est courte, haute et triangulaire, à 8-11 rayons, la seconde est longue et échancrée dans sa partie moyenne, à 35-40 rayons. L'anale est semblable à la seconde dorsale, les pectorales sont longues et minces, dont les pelviennes sont situées en avant des pectoraux, la caudale est plus petite que la tête, et devenant progressivement fourchue avec la croissance. La ligne latérale est plus ou moins parallèle au profil dorsal. Le corps est recouvert de petites écailles cycloïdes, dont 127 à 156 sont situées le long de la ligne latérale (Khoufi, 2015).

5. Biologie de l'espèce

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

6. Répartition géographique

Le merlu européen est largement distribué dans le nord-est Atlantique, de la Norvège au nord, au golfe de Guinée au sud, et dans toute la Méditerranée et la mer Noire, étant plus abondante

des îles britanniques au sud de l'Espagne (**Casey et Pereiro, 1995**) (**Figure 6**). Le détroit de Gibraltar constitue une frontière géographique limitant les échanges entre les populations atlantiques et méditerranéennes, cette différenciation étant confirmée par des données méristiques (nombre de vertèbres) (**Cimmaruta et al., 2005**), biochimiques (**Imsiridou et Triantaphyllidis, 1999**), par la composition chimique des otolithes (**Swan et al., 2006**), et par la génétique moléculaire qui jouait un rôle important pour estimer le degré de divergence, comprendre la relation phylogénétique et interpréter la biogéographie et la spéciation entre les espèces (**Campo et al., 2007**).

Le merlu européen peut être trouvé avec d'autres espèces de merlu comme *M. senegalensis* et *M. cadenati* à la limite sud de sa distribution (**Casey et Pereiro, 1995**). Il vit principalement à des profondeurs comprises entre 70 et 400 m et plus largement entre 30 et 1000 m (**Casey et Pereiro, 1995**). Il vit près du fond le jour et remonte vers la surface la nuit (**De Pontual et al., 2008**). La longueur et le poids maximum de cette espèce gadoïde de taille moyenne sont respectivement d'environ 140 cm et 15 kg (**ICES, 2006**).

Bien que le Merlu européen est couramment définie comme une espèce des eaux tempérées, la forte hétérogénéité des zones à différentes températures, la salinité, les conditions de productivité et de ressources trophiques indiquent la capacité d'adaptation élevés communément appelé plasticité phénotypique élevée de l'espèce (**Lloris et Matallans, 2003**).

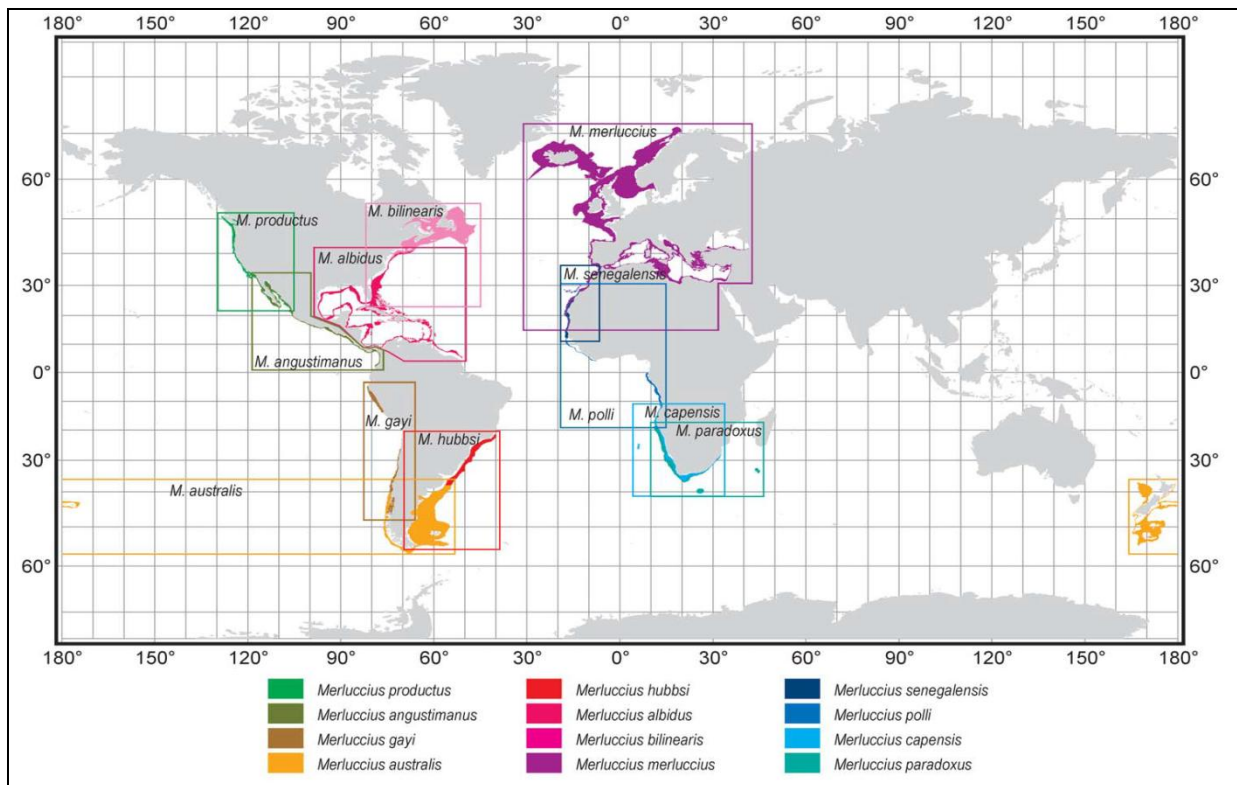


Figure 6 : Distribution géographique des merlus (genre *Merluccius*) (Lloris *et al.*, 2005).

7. Migrations

Les migrations du Merlu sont mal connues (Casey et Pereiro, 1995). Elles ont été essentiellement étudiées par le suivi des taux de captures. (Beamish, 1966; Bowman, R. et Bowman, E., 1980). Cette espèce présente des migrations verticales de grandes amplitudes atteignant 630 m de profondeur. Ces migrations sont principalement motivées par la recherche de proies. Ce comportement a souvent été mis en avant pour expliquer la baisse des captures la nuit pour des gadidés tels que la morue et le merlu (Beamish, 1966; Bowman, R. et Bowman, E., 1980). Le merlu suit un modèle de migration fortement liée à la profondeur, selon son âge et sa maturité (Goni *et al.*, 2004).

8. Régime alimentaire

Le régime alimentaire du Merlu a été décrit par plusieurs auteurs: Guichet (1995); Mahe *et al.* (2007), pour la façade Atlantique et Papacontantinou et Caragitsou (1987); Bouaziz (1992); Bozzano *et al.* (1997); Ferraton *et al.* (2007), pour la Méditerranée.

Pendant la vie larvaire, son alimentation est principalement constituée de crustacés planctoniques. A son arrivée près du fond lors du début de sa phase juvénile, il se nourrit de crustacés supra benthiques (euphausiacés et mysidacés) (**Colloca, 1999**), ainsi que de petits poissons benthiques tels que les gobies. Son régime alimentaire évolue ensuite rapidement vers un régime pleinement piscivore (plus de 80% des proies) à partir de 15-20 cm (**Ferraton et al., 2007**). Les espèces consommées et la taille des proies évoluent néanmoins en fonction de la taille des merlus.

Une forte corrélation positive a été décrite entre la taille des merlus et la longueur de ses proies. Le merlu consomme en moyenne des proies mesurant la moitié de sa longueur (**Mahe et al., 2007**). De ce fait, les plus petits Merlus (<35cm) chassent de petits poissons pélagiques (3-17cm) comme les anchois (*Engraulis encrasicolus*), sardines (*Sardina pilchardus*) et maquereaux (*Scomber scombrus*), alors que les plus grands chassent sur de plus grandes proies, principalement sur des espèces démersales (17-30cm), comme le tacaud (*Trisopterus minutus*) ou pélagiques comme le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*) (**Bozzano et al., 1997; Mellon-Duval et al., 2010**).

D'après les résultats de **Bouaziz (1992)**, il est à remarquer que les merlus vivant sur le talus, le régime alimentaire est composé pour une bonne part et durant toute l'année, par des crevettes ; alors que celles-ci sont peu représentées dans la nourriture de ces poissons vivant sur le plateau, ceci est du sans conteste à l'abondance de ces Crustacés Natantia sur le talus algérien où ils constituent une source importante de nourriture pour les merlus adultes qui fréquentent ce niveau.

9. Âge et croissance

Depuis les années 30 du siècle passé, de nombreuses études se sont penchées sur la détermination de la croissance du Merlu (**Hickling, 1933; Belloc, 1935**). Elles décrivent des estimations de croissance très différentes, tant en Atlantique Nord-Est (**Pineiro et Sainza, 2003**), qu'en Méditerranée (**Morales-Nin et Moranta, 2004**). Dans ces études, la croissance est estimée soit à partir de la lecture des otolithes, soit à partir des fréquences de taille.

De nombreux auteurs ont décrit pour le Merlu européen, une croissance plus rapide

des femelles, comparée à celle des mâles, aussi bien pour la population atlantique (**Pineiro et Sainza, 2003**) que méditerranéenne (**Recassens et al., 1998**). Les tailles maximales observées pour les femelles sont également plus importantes que les mâles. Elles atteignent 100.7cm pour les femelles et 72.8cm pour les mâles en Méditerranée, (**Aldebert et Recassens, 1995**), et respectivement 110et80cm en Atlantique (**Lucio et al., 2000**). Les raisons physiologiques de ce dimorphisme sexuel n'ont néanmoins jamais été identifiées. Selon **ICES (2006)**, le Merlu européen peut atteindre 1,40 mètres de longueur et un poids 15Kg.

10. Reproduction

Des études antérieures ont déterminé la période de ponte du Merlu dans les eaux européennes de l'Atlantique Nord-Est; dans le Nord et le Nord-Ouest des eaux ibériques le pic de ponte se produit en Février et Mars (**Alvarez et al., 2001**), entre Janvier et Mai dans les eaux galiciennes (**Perez et Pereiro, 1985**) et dans le golfe de Gascogne (**Casarino et Motos, 1996**), entre Avril et Juin en mer Celtique (**Fives et al., 2001**), de Mars à Juillet au Sud et à l'Ouest de l'Irlande (**Farina et Fernandez, 1986**), d'Avril à Juillet dans les eaux de l'Ouest Ecosse (**Hickling, 1933 ; O'Brien, 1986**), et probablement en août dans les eaux occidentale de la Norvège (**Kvenseth et al., 1996**).

En Méditerranée, la ponte est plus précoce (hiver) et s'étale sur toute l'année (**Olivar et al., 2003; Recasens et al., 1998**). En général, plus la zone de répartition du Merlu est septentrionale, plus la ponte est tardive (**Casey et Pereiro, 1995**).Le Merlu a une ponte multiple (**Murua et al., 2006**). Durant la reproduction, une femelle peut pondre de 1 à 5 fois en quelques semaines (**Sarano, 1983**). La reproduction du Merlu Européen se caractérise par le développement asynchrone des ovocytes, ce qui a été interprété comme la preuve d'une durée indéterminée de la fécondité au cours de l'année (**Murua et al., 1998**). Cependant, cette stratégie de reproduction prolongée de cet Ostéichtyen peut augmenter le succès de survie de la progéniture (**Dominguez-Petit et al., 2008 et 2009**).

Les œufs sont émis en pleine eau, généralement en bordure du plateau continental, et la fécondation est externe. Les larves de merlu sont principalement trouvées en bordure du plateau continental (**Olivar et al., 2003**), alors que les juvéniles se répartissent dans les eaux moins profondes, entre 50 et 150 m (**Maynou et al., 2003**).

Le cycle de reproduction détermine les principales migrations et la répartition géographique des différents groupes d'âge: Après la phase larvaire, les juvéniles restent deux ans et demi sur les vasières, vers l'âge de trois ans, ils migrent vers les eaux les plus côtières puis se dispersent sur l'ensemble du plateau continental. Les adultes rejoignent ensuite le talus pour y pondre (Guichet, 1996). Le cycle de vie du merlu est résumé sur la **Figure 07**.

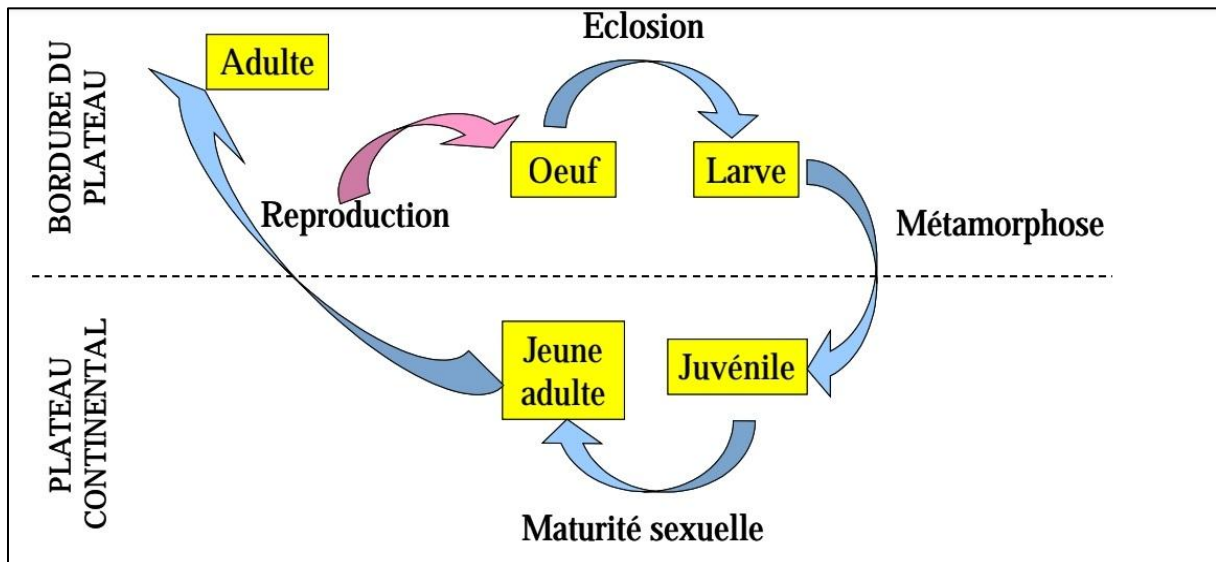


Figure 7 : Principales étapes du cycle de vie du merlu (Bodiguel, 2008).

III . Campagnes de chalutage

1. Caractéristiques des traits de pêche réalisés

On a pris en compte 49 traits de chalutage, qui ont été réalisés par les campagnes de pêche Thalassa 1982 et Vizconde de Eza 2003 et 2004 dans la baie de Bou-Ismaïl (**Tableau 1**). Ces chalutages ont été effectués pendant les heures de jour et leur durée a été fixée à une demi-heure sur les zones de chalutage du plateau continental et la partie supérieure du talus soit moins de 200 mètres de profondeur, et à une heure sur les parties moyenne et inférieure du talus (200 - 800 mètres). Les données recueillies comprenaient le nombre, le poids, le sexe et les mesures de longueur totale. Le même protocole d'échantillonnage a été utilisé dans tous les cas.

Tableau 1 : Caractéristiques des traits réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl

Navires	Période	Limites bathymétriques
Thalassa	14 au 18 septembre 1982	43-647 mètres
Vizconde de Eza	8 et 16 mars 2003	248-607 mètres
Vizconde de Eza	7, 9, 23, 24 et 25 février 2004	57-738 tres

2. Situation géographique des traits de pêche

Afin de délimiter la distribution géographique des merlus et d'étudier leurs distribution spatio-temporelle dans la baie de Bou-Ismaïl, nous avons analysé les données issues du 49 traits de chaluts (**Figure 8**), qui ont été réalisés par les campagnes de pêche mentionnées précédemment.

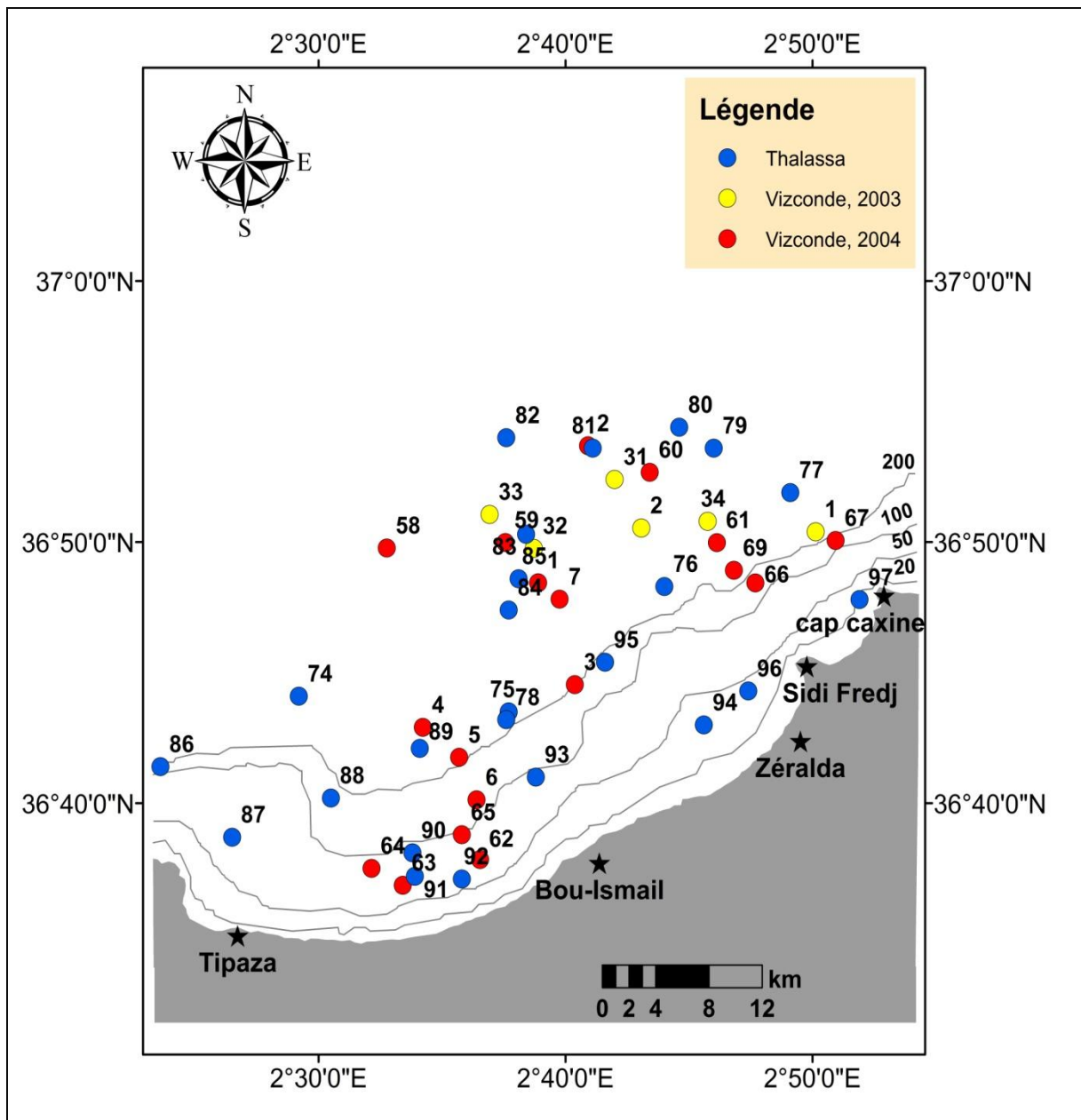


Figure 8: Localisation géographique des traits de pêche réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl par la Thalassa et le Vizconde de Eza

Chapitre II :
Matériel et Méthodes

1. Les données utilisées

Les données utilisées dans le cadre de ce travail sont issues de :

- Trois campagnes de pêche démersales réalisées sur l'ensemble de la côte algérienne, en particulier ceux réalisées en baie de Bou-Ismaïl (Thalassa, 1982 ; Vizconde de Eza, 2003 et Vizconde de Eza, 2004).
- Un échantillonnage biologique (pêches) réalisé au cours de la saison de ponte (hiver) à différentes années 2010, 2012 et 2017.

Les éléments d'analyse obtenus par ces campagnes scientifiques de pêche, se situent dans le cadre de la prospection de nouveaux fonds chalutables et l'estimation des biomasses disponibles des espèces d'intérêt halieutique pour la pêche commerciale (**Refes, 2011**).

2. Analyse des données

2.1. Caractérisation de la population

2.1.1. Densité

La densité d'une espèce (**d**) est le nombre des individus de cette espèce dans un prélèvement donné par rapport à une unité de surface (unité retenue : km²) ou à une unité de temps (unité retenue : heure) (**Refes, 2011**). Dans la présente étude la densité est exprimée en nombre des individus par heure (ind./h).

2.1.2. Biomasse

La biomasse (**B**) d'une espèce est la masse des individus de cette espèce dans un prélèvement donné par rapport à une unité de surface (unité retenue : km²) ou à une unité de temps (unité retenue : heure) (**Refes, 2011**). Dans cette étude la biomasse est exprimée en kilogramme par heure (kg./h).

2.1.3. Sex-ratio

Le sex-ratio ou proportion des sexes, dans une population mono-spécifique donnée se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes (**Kartas et Quignard,**

1984).

Dans cette étude, la sex-ratio est exprimée par le rapport entre le nombre de mâles + indéterminés et de femelles + indéterminés ($SR = \frac{M+I}{F+I}$).

Avec : F+I : nombre de femelle + indéterminés ; M+I : nombre de mâles+ indéterminés; SR : sex-ratio.

2.2. Etude biométrique

En ichtyologie, la description des poissons est généralement basée sur deux types de caractères : les caractères méristiques, qui correspondent aux dénombrements de diverses pièces anatomiques comme les vertèbres, les rayons des nageoires, les branchiospines, etc...et les caractères morphométriques qui correspondent à des mensurations de certains éléments du corps, comme les rapports entre les différentes longueurs et entre les longueurs et le poids, **(Kraiem, 1994)**.

Les merlus ont été mesurés (Longueur totale Lt (cm)) et pesées (poids total Wt (g)), ce qui nous a permis d'établir la distribution de fréquences de taille de l'échantillon et de calculer sa taille moyenne. Ces mensurations serviront par la suite à l'étude de la croissance linéaire et pondérale, l'étude de l'âge ; les poissons ont été ensuite disséqués, afin de déterminer les sexes et d'étudier le sex-ratio.

La longueur totale (Lt) est la distance allant du bout de museau à l'extrémité de la nageoire caudale où les lobes sont superposés selon l'axe longitudinal du poisson et le poids total (Wt) est le poids du poisson entier.

3. Mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG)

3.1. Définition d'un SIG

Un SIG est capable de mémoriser, de manipuler, d'afficher et de produire des informations spatiales combinées avec des données statistiques et textuelles **(Minvielle et Souiath, 2003)**.

Les SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme diversifiée de phénomènes **(Denegre et Salge, 1996) :**

- Ressources naturelles et protection de l'environnement : protection des zones humides ; protection des réserves naturelles ; étude d'impact sur l'environnement ; évaluation des ressources naturelles ; étude des habitats de la flore et la faune ; étude des changements climatiques, biologiques et océaniques ; gestion de la qualité des eaux ; etc...
- Santé : répartition et évolution des maladies et des décès ; distribution des services socio-sanitaires ; plans d'urgence ; etc....
- Urbanisme : gestion du cadastre ; évaluation foncière ; planification des transports ; développement des plans d'évacuation ; planification et distribution des flux (eau, gaz, électricité, téléphone,...) ; entretien des infrastructures ; etc....
- Marketing : étude des marchés ; localisation des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances du marché ; etc....

Un SIG est un outil pour manipuler sous forme digitale des données tridimensionnelles. Le format digital est format beaucoup plus dense que les cartes ou les tables « papiers ». Il a la capacité de manipuler de grandes masses de données géographiques et statistiques en intégrant différents types de données dans une analyse unique, ce qui constitue des opérations impossibles à réaliser manuellement. La capacité de réaliser des analyses complexes procure un avantage à la fois quantitatif et qualitatif en développant des modèles de détection des changements dans le système à étudier et des modèles de prise de décision. Le SIG peut également intégrer différentes procédures telles que la collecte, la vérification de la mise à jour des données (Minvielle et Souiah, 2003)

3.2. Rôle de l'outil SIG à mettre en place

Le système d'information géographique devra constituer un système d'aide à la gestion des ressources halieutiques (Refes, 2011). L'outil sera utilisé dans le cadre de ce travail, pour acquérir, archiver et valoriser sous une forme cartographique des bases de données spatialisées dans un référentiel unique dans le but d'établir un modèle de distribution spatio-temporelle de merlu européen *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl.

3.3. Méthodologie de mise en place d'un SIG

3.3.1. Inventaire des données nécessaires

Au vue des objectifs de la présente étude : « utilisation d'un SIG dans un modèle de distribution d'une espèce : le cas de *Merluccius merluccius* ; le merlu européen de la baie de Bou-Ismaïl, on a réalisé un inventaire des couches d'information devant être intégrées au système d'information géographique. Cette tâche consiste à homogénéiser les informations fournies par les compagnes en mer et la compilation bibliographique pour répondre à la nomenclature unique et définitive dont seront dotées les représentations cartographiques produites (Pornon, 1992).

3.3.2. Images utilisées

Les images utilisées comme fond de plan des cartes sont :

- Image obtenue par Google Earth, 2020 Satellite 3D Model (basé sur Image **Landsat / Copernicus-Data SIO, NOAA, US Navy, NGA, GEBCO**).
- Image raster présente la bathymétrie de la baie de Bou-Ismaïl.

3.3.3. Référentiel géographique

Dans la présente étude, le système utilisé est le système géodésique WGS 84, ce système de coordonnées comprenant un modèle de la terre. Il est défini par un ensemble de paramètres primaires et secondaires :

- les paramètres primaires définissent la forme de l'ellipsoïde de la terre, sa vitesse angulaire, et sa masse.
- les paramètres secondaires définissent un modèle détaillé de la pesanteur terrestre.

Ces paramètres secondaires sont rendus nécessaires par le fait que WGS84 est employé non seulement pour définir des coordonnées, mais aussi pour déterminer les orbites des satellites de navigation GPS. Les "coordonnées GPS" renvoyées par un récepteur GPS sont en fait une latitude, une longitude et une altitude dans le système WGS84.

Le référencement géographique des variables est basé sur des latitudes et longitudes exprimées en degrés décimaux car les logiciels de SIG ne peuvent lire que les données exprimées en degrés décimaux (**Refes, 2011**).

3.3.4. Numérisation des données

Les fonds de plan des cartes sont des images raster géoréférencées sur une projection WGS 84. Les observations et les données bibliographiques sont géoréférencées en degrés décimaux sur un système géodésique WGS 84 et elles sont numérisées sur un tableau : le logiciel Excel Xp® de la suite Microsoft Office Xp®.

3.3.5. Représentations cartographiques finales

Dans le cadre de la présente étude, il a été utilisé le logiciel SIG « **ArcGIS 10.3.1** ® », qui est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer, diffuser des informations géographiques et résoudre des problèmes avec l'analyse spatiale.

Le logiciel ArcGIS 10.3.1 ®, développé par la société américaine ESRI (Environmental Systems Research Institute), est également permis de créer facilement des données géographiques par le biais d'une numérisation intelligente permettant de tirer des fonctionnalités directement sur une carte et de les stocker dans la base de données géographique du système (**ESRI. ArcGIS Ressources** (<http://resources.arcgis.com>))

Pour ce travail, le SIG permet l'étude de la distribution spatio-temporelle des densités et des biomasses du merlu européen dans la baie de Bou-Ismaïl pour comprendre la dynamique spatiale de cette population et la répartition géographique du stock par création des cartes d'abondance.

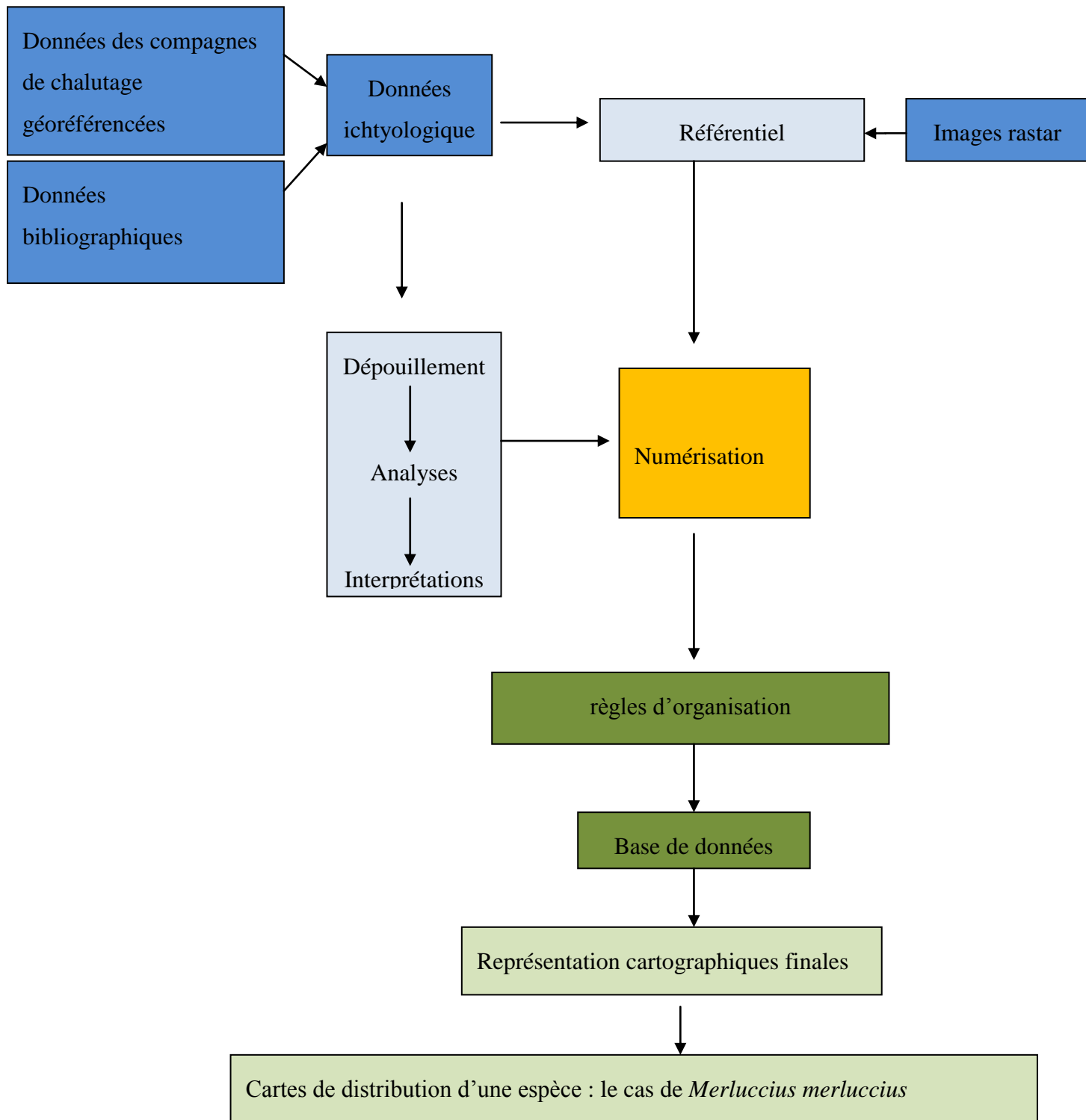


Figure 9 : Schéma de la démarche générale de la construction d'un système d'information géographique (SIG) (Refes, 2011).

4. Variations spatio-temporelles des densités et biomasses du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl

Dans le cadre de l'étude des variations spatio-temporelles des densités (ind./h) et des biomasses (kg./h) du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl, Des analyses de variance (ANOVA) ont également été utilisées pour identifier les effets temporels et bathymétriques sur les densités et les biomasses de 735 merlus. Afin d'appliquer cette analyse, la normalité des données et l'homogénéité des variances ont été vérifiées. Ainsi, le test de normalité de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier si les données de taille présentaient une distribution normale. Ce test a montré que les données de taille n'étaient pas distribuées suivant une loi normale. C'est pourquoi la transformation logarithmique des tailles a été effectuée. Celle-ci permet en effet de normaliser les données et de stabiliser les variances (**Legendre et Legendre, 1998**).

La répartition bathymétrique des densités (ind./h) et biomasses (kg./h) du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl, a également été étudiée à partir des données des campagnes de chalutage Thalassa en 1982 ; Vizconde de Eza en 2003 et 2004. Les paramètres étudiés ont été calculées pour quatre strates de profondeur : 50-100, 100-200, 200-500 et 500-800 mètres. L'effet de la profondeur sur les densités et les biomasses a été testé, toutes années confondues, avec une analyse de variance (ANOVA) à un facteur.

Pour observer l'évolution temporelle des densités (ind./h) et biomasses (kg./h) des merlus, la comparaison a été faite entre les années 1982 et 2003/2004 (Nous avons regroupé les données issues de la campagne de chalutage Vizconde de Eza en 2003 et en 2004), la variabilité temporelle a été testée, avec une analyse de variance (ANOVA) à un facteur.

5. Structures démographiques du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl

L'étude de la structure démographique du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl a été faite grâce à des données obtenues lors des campagnes de chalutage (Thalassa en 1982 et Vizconde de Eza en 2003 et en 2004). 607 individus du *Merluccius merluccius* ont fait l'objet

de cette étude, ils sont réparties en 333 femelles et 274 mâles. Les jeunes individus à sexe indéterminé, sont comptabilisés avec les femelles et les mâles.

Des tests paramétriques basés sur l'écart réduit ont été utilisés pour déterminer si les différences observées étaient significatives ou non. Afin d'appliquer ces tests, la normalité des données et l'homogénéité des variances ont été vérifiées. Ainsi, le test de normalité de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier si les données de taille présentaient une distribution normale. Ce test a montré que les données de taille n'étaient pas distribuées suivant une loi normale. C'est pourquoi la transformation logarithmique des tailles a été effectuée. Celle-ci permet en effet de normaliser les données et de stabiliser les variances (**Legendre et Legendre, 1998**).

5.1. Distribution des fréquences de taille par sexe

Les distributions de tailles ont été étudiées en regroupant les individus à sexe séparé de chaque étage bathymétrique (50-100, 100-200, 200-500 et 500-800 mètres) et de chaque campagne (Thalassa, 1982 et Vizconde de Eza 2003/2004) dans des classes de taille de 5 cm.

L'analyse de ces spectres de tailles (tailles maximales de capture, classe modale...) a été réalisée grâce à des histogrammes de distribution des fréquences de taille. Ces distributions ont ensuite été comparées entre elles afin d'en étudier les variations dans le temps et en fonction de la bathymétrie.

5.2. Taille moyenne

Les tailles moyennes des femelles et mâles ont été calculées, pour chaque étage bathymétrique et pour chaque campagne puis comparées entre elles afin d'étudier leurs évolution au cours du temps et en fonction de la bathymétrie. Nous avons utilisé un test de comparaison des moyennes basé sur l'écart réduit afin de déterminer si les différences observées entre les tailles moyennes des femelles et mâles étaient significatives ou non.

5.3. Sex-ratio

Le sex-ratio a été calculé pour chaque étage bathymétrique et pour chaque campagne afin d'estimer la proportion des femelles et mâles de tous les échantillons observés et de les comparer entre elles pour étudier les variabilités bathymétrique et temporelle de ces

proportions. La vérification des résultats obtenus a nécessité l'utilisation d'un test de comparaison des pourcentages observés et des pourcentages théoriques en calculant l'écart réduit selon la formule de **Schwartz (1993)**, servant à préciser le taux de signification du sex-ratio.

6. Etude de l'âge et de la croissance chez le merlu Européen

Ce chapitre focalisera sur la détermination de la structure en taille de la population, sa croissance, son âge et la relation taille-poids de l'espèce *Merluccius merluccius*, au niveau de la baie de Bou-Ismaïl. D'après **Farrugio (1992)** l'échantillonnage biologique pour la croissance devrait pouvoir couvrir toute la gamme des tailles (donc les âges) de la population étudiée. Pour ce faire, les données récoltées en 2010, 2012 et 2017 ont été associées.

L'étude de l'âge et de la croissance du *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismaïl a porté sur les distributions des fréquences de tailles, des mensurations de longueurs totales ont été effectuées sur 1552 femelles, 1219 mâles et sur toute la population à sexes confondus (2240 individus), regroupés en classes de taille de 2 cm. Les jeunes individus à sexe indéterminé, sont comptabilisés avec les femelles et les mâles.

6.1. Détermination de l'âge

La connaissance de l'âge des individus constitue un élément essentiel si on désire gérer les stocks des poissons exploités. Grâce à la connaissance de l'âge on déterminera la croissance d'une espèce, sa mortalité et la structure démographie des captures, néanmoins elle reste une étape très difficile pour les chercheurs en halieutique et de nombreux auteurs ont proposé depuis le siècle passé de nombreuses méthodes et techniques afin de faciliter la lecture de l'âge.

Holden et Raitt (1974), considère que les données de l'âge constituent la base des calculs menant à la connaissance de la croissance, de la mortalité et autres paramètres fondamentaux caractérisant les stocks.

Dans ce présent travail la détermination de l'âge a été faite avec la méthode de **Battacharya (1967)** qui est la plus utilisée. Elle est recommandée par le groupe de travail (**D.Y.N.P.O.P.**)

du (C.I.E.C.M.) (Ablla *et al.*, 1995 ; Aldebert et Recasens, 1995 ; Alemany et Oliver, 1995, Bouaziz *et al.*, 1998).

Cette méthode se base une distribution de fréquence de taille, elle peut être transformée en droites de pente négative, en portant en ordonnée, pour chaque abscisse les centres de classe. On recherche sur le graphique les régions ou plusieurs points consécutifs sont alignés sur des droites de pentes négatives. Le nombre de droites obtenues constitue le nombre de sous-populations. On suppose que chaque sous-population correspond à une classe d'âge.

L'équation de Battacharya (1967) est :

- $\Delta \ln Z = \ln Z(x+h) - \ln Z(x)$
- $\Delta \ln Z$: la différence des logarithmes népériens de fréquences consécutives dans la distribution.
- Z : effectifs.
- h : intervalle de classe
- x : centre de classe

Mais avant toute application, un certain nombre de conditions doivent être vérifiés afin d'appliquer cette méthode (Kartas, 1981 ; Korichi, 1988) :

- L'histogramme ne doit pas comporter des classes de taille vides. Il est possible d'éviter ces classes en procédant à un lissage, ou à une moyenne entre les deux classes intermédiaires ;
- L'intervalle h/σ doit être égale ou inférieur à 2,2. ($h/\sigma \leq 2,2$).

6.2. Modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938)

Pauly et Moreau (1997) en réalisent une large revue. Néanmoins, un modèle prédomine largement pour décrire la croissance en longueur et poids des espèces marines. Il s'agit de celui élaboré par Von Bertalanffy (1938).

Pour cette présente étude, on s'intéresse au modèle mathématique de croissance individuelle élaboré par Von Bertalanffy (1938), qui est le plus utilisé puisqu'il a été démontré qu'il est, d'une part conforme à la croissance observée de la plupart des espèces de poissons et, d'autre

part qu'il sert de sous modèle dans des modèles plus complexes décrivant la dynamique des populations des poissons (**Sparre et Vennema, 1996**).

D'après **Pauly et Moreau (1997)**, plusieurs formules mathématiques ont été développées et qui :

- Décrivent bien la croissance des poissons en longueur et en poids.
- Permettent des comparaisons de la croissance inter et intra spécifique.
- Peuvent être facilement ajustées à toute clé âge / longueur observée.

La seule formule qui répond au trois critères, c'est celle développée par **Von Bertalanffy (1938)**.

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

- **L_t** : La longueur du poisson au temps t (l'âge) ;
- **L_∞** : longueur asymptotique. Théoriquement, c'est la taille moyenne qu'atteindrait un Poisson qui pourrait vivre et grandir indéfiniment.
- **K** : Coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le Poisson croît vers une longueur asymptotique.
- **t₀** : âge théorique pour lequel le Poisson a une longueur nulle.

6.3. Les paramètres de croissance du modèle de Von Bertalanffy (1938) par la méthode de Ford Walford (1946)

La méthode la plus couramment utilisée pour estimer les paramètres **L_∞** et **K** du modèle de **Von Bertalanffy (1938)** est la méthode graphique de **Ford Walford (1946)** qui se base sur une transformation linéaire de la loi de **Von bertalanffy (1938)** qui s'exprime ainsi :

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

L'estimation de **la longueur asymptotique (L_∞)** peut se faire par la formule suivante :

$$L_\infty = a/1 - b$$

a : L'ordonnée à l'origine.

b : La pente positive de la droite de régression de la longueur au temps (t+1) en fonction de la longueur au temps t, elle est calculée par la méthode des moindres carrés ou par l'intersection de la droite obtenue avec la première bissectrice.

Le calcul de coefficient de croissance (**K**) peut se faire par la formule suivante: **k = -ln b**

Calcul de to :

Le troisième paramètre du modèle de Von Bertalanffy (1938) ne peut pas être estimé par cette méthode, pour cela une estimation peut être obtenue par la relation de Pauly (1985).

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

Le test utilisé pour comparer les paramètres de croissance de la même espèce du même stock ou stocks différents est le **test phi-prime (Φ')** (Munro et Pauly, 1983 ; Pauly et Munro, 1984).

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

6.4. La relation taille – poids

L'étude de la relation taille – poids répond généralement à deux objectifs : la détermination du poids des individus dont on connaît la taille ou inversement et la description des formes, de l'embonpoint et de ses variations au cours de la croissance. Ces buts présentent un intérêt pratique dans les modèles d'exploitation raisonnée des populations des ressources halieutique ou il importe, pour obtenir un rendement maximum, de savoir traduire la taille en poids ou le poids en taille et de disposer d'un paramètre aisément calculable qui caractérise l'embonpoint des spécimens et son évolution au cours d'une période donnée (Belhoucine, 2012). Selon certain travaux de biologie des pêches (Le Cren, 1951),

La relation entre la longueur et le poids est généralement exprimée comme suit :

$$Wt = a Lt^b$$

- **Wt** : poids total (g) ;
- **a** : ordonnée à l'origine ;
- **Lt** : longueur totale (cm) ;

- **b** : coefficient d'allométrie.

Avec cette équation, il nous est possible d'estimer **a** et **b** par régression linéaire ; si :

b > 3 : allométrie majorante : le poids croit plus vite que la taille de l'individu.

b = 3 : croissance isométrique : les deux variables le poids total (**Wt**) et la longueur totale (**Lt**) ont le même taux de croissance, le poids croit alors comme le cube de la taille du poisson.

b < 3 : allométrie minorante ; le poids croit relativement moins vite que la longueur (**Harchouche, 2006**).

6.5. Modélisation de la croissance pondérale

La courbe théorique de croissance pondérale résulte de la combinaison entre l'équation de croissance linéaire d'une part, et celle de la relation taille-poids d'autre part. En effet, à partir de l'équation de croissance linéaire et la relation taille-poids on aboutit à l'équation de la croissance pondérale de **Von Bertalanffy (1938)** suivante:

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

Dans cette équation :

Wt : poids total en grammes au temps t ;

W_∞ : poids asymptotique correspondant à longueur asymptotique (**L_∞**), il est obtenu par la formule suivant : **W_∞ = a L_∞^b** ;

b : coefficient d'allométrie ;

K : Coefficient de croissance (ou paramètre de courbure). Il caractérise la rapidité avec laquelle le Poisson croît vers une longueur asymptotique.

t₀ : âge théorique pour lequel le Poisson a une longueur nulle

Nous pouvons, ainsi calculer le poids total pour chaque classe d'âge.

7. Analyse statistiques des données

Les paramètres de position et de dispersion (**moyenne ; mode ; variance ; écart-type ou déviation standard**) permettent de condenser les observations réalisées sur le terrain, ils servent à caractériser l'ordre de grandeur des observations et à chiffrer la variabilité des valeurs des différentes variables étudiées (**Dagnelie, 1992**).

Le mode est noté **Mo**, terme utilisé pour la première fois par Pearson en 1985, il s'agit d'une mesure de la tendance centrale. Pour un caractère discret, le mode est la valeur la plus fréquente. Pour un caractère continu, la classe modale est la classe ayant la plus forte densité de fréquence.

La moyenne arithmétique (souvent notée \bar{x}) est une mesure particulièrement informative sur la tendance centrale d'une variable, à condition qu'elle soit reportée avec ses intervalles de confiance. Plus la taille de l'échantillon est grande, plus la moyenne est fiable. Plus la dispersion des valeurs des données est importante, moins la moyenne est fiable

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i n_i x_i$$

L'intervalle de confiance de la moyenne (**Ic**) (donnent un intervalle de valeurs autour de la moyenne dans lesquelles nous pouvons nous attendre à trouver la vraie moyenne (celle de la population) avec un certain niveau de certitude. La formulation de l'intervalle de confiance autour d'une moyenne observée \bar{x} est : **Ic** = $[\bar{x} \pm z_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}]$.

L'écart- type (σ) (ce terme a été utilisé pour la première fois par Karl Pearson en 1894) est une mesure de dispersion couramment utilisée. L'estimation de l'écart- type de la population à partir de l'échantillon est calculée comme suit : $\sigma = (1/n - 1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^{1/2}$

La variance (σ^2), terme a été utilisé pour la première fois par Ronald Aylmer Fisher en 1918. L'estimation de la variance de la population à partir de l'échantillon est calculée comme suit : $\sigma^2 = (1/n - 1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$

- x_i désigne les valeurs du caractère et n_i les effectifs correspondants ;
- n : la taille d'échantillon ;
- $z_{\alpha/2}$: est le coefficient de confiance = 1.96 (on prend une table de Z), α = degré de confiance (on a choisi un degré de confiance de 95%, soit 0.95 si on convertit en chiffre décimal).

Vérifier la normalité des données continues est une étape cruciale avant la réalisation d'un test d'hypothèse mettant en jeu une ou plusieurs variables continues. Il s'agit donc de s'assurer que les variables continues sont distribuées selon la loi normale. Si cela est le cas, les tests d'hypothèse classiques sont applicables. Si la condition de normalité est violée, il faudra appliquer un test non paramétrique ou effectuer une transformation logarithmique des variables afin de normaliser les données et de stabiliser les variances (**Legendre et Legendre, 1998**).

Le test de Shapiro-Wilk (W) a été publié en 1965 par Samuel Sanford Shapiro et Martin Wilk, développé sur le logiciel XLSTAT 2014®. Il a été utilisé pour tester la normalité des données (niveau de signification = 5%). Si la statistique W est significative, il faut alors rejeter l'hypothèse selon laquelle la distribution correspondante est normale.

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

- $x_{(i)}$ (avec des parenthèses entourant l'indice i) désigne la i ème statistique d'ordre (le i ème plus petit nombre dans l'échantillon) ;
- a_i : constante calculée à l'aide des espérances des statistiques d'ordre d'un échantillon et la matrice de variance-covariance de ces statistiques d'ordre.

L'analyse de la variance (ANOVA), développée sur le logiciel XLSTAT 2014® (la première application de cette analyse a été publiée en 1921 par Ronald Aylmer Fisher) a été utilisée avec intervalle de confiance 95 % pour identifier les influence d'une ou plusieurs variables explicatives catégorielle (appelées alors facteurs de variabilité, leurs différentes modalités étant parfois appelées « niveaux ») sur la loi d'une variable continue à expliquer.

Le principe est celui de la décomposition de la variance (intra-classe et interclasse). L'ANOVA utilise le mécanisme du F de Fisher non pas pour comparer deux variances d'échantillons mais bien les deux composantes d'une même variance.

Le test de l'écart réduit contenu dans les tests paramétriques développés sur le logiciel XLSTAT 2014® a été utilisé pour la comparaison des deux moyennes.

$$|E| \text{ cal} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}, \text{ avec } \bar{x} : \text{ la moyenne, } \sigma : \text{ l'écart-type et } n : \text{ les effectifs.}$$

Le test de comparaison de proportion observée et de proportion théorique contenu dans les tests paramétriques développés sur le logiciel XLSTAT 2014® a été utilisé, en calculant l'écart réduit selon la formule de **Schwartz (1993)**.

$$|E| \text{ cal} = \frac{p - \pi}{\sqrt{\frac{\pi \times (1 - \pi)}{n}}}, \text{ avec } p : \text{ la proportion observée, } \pi : \text{ la proportion théorique et } n : \text{ les}$$

effectifs.

Le coefficient de corrélation linéaire a été publié en 1896 par Karl Pearson, noté R et établi sur n observations, est égal à la covariance entre une variabilité explicative x et une variable à expliquer y, rapportée au produit de leurs écarts-types. Compris entre -1 et 1, il mesure l'intensité de la relation entre les deux variables statistiques.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Les logiciels utilisés pour les traitements statistiques :

XLSTAT 2014 ©, Excel Xp© de la suite Microsoft Office Xp©, FISAT II, 1.2.0®, ArcGIS 10.3.1 ® et Google Earth ©

Chapitre III :
Résultats et discussion

1. Distribution de l'espèce : le Merlu (*Merluccius merluccius*, Linnée, 1758)

1.1. Biogéographie de l'espèce

Afin d'étudier la distribution spatio-temporelle du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl, nous avons utilisé le SIG pour élaborer des cartes de distribution des densités et des biomasses pour chaque campagne.

1.1.1. Campagne de la Thalassa en 1982

Grace aux données de 25 traits de chalut effectués dans la baie de Bou-Ismaïl par le navire Thalassa en 1982, nous avons pu étudier la répartition spatiale des densités et des biomasses du *Merluccius merluccius* (130 individus) présentées respectivement, en nombre d'individus (ind) par heure et en kg par heure.

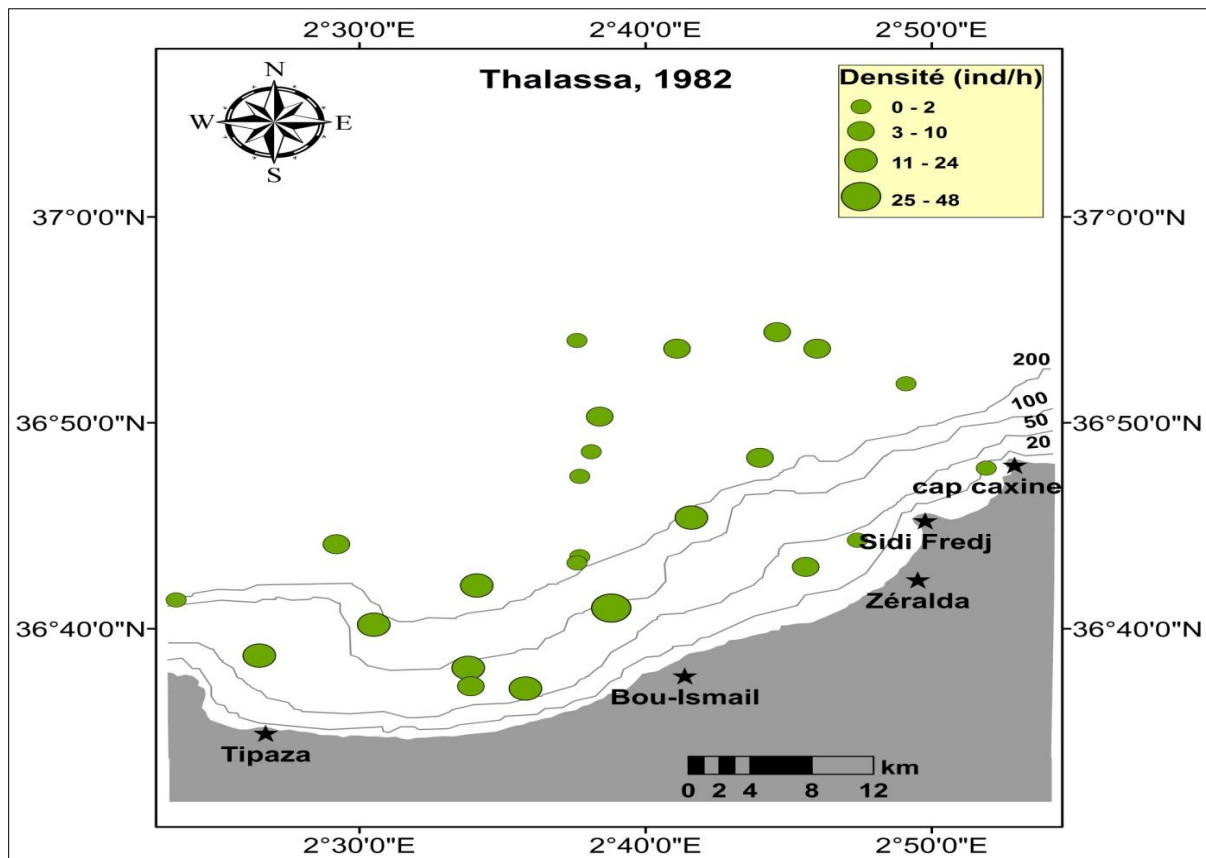


Figure 10 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 130 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Thalassa en 1982).

La distribution spatiale des densités de *Merluccius merluccius* issus de la campagne Thalassa montre une diminution graduelle suit l'axe privilégié Ouest-Est pour atteindre un minimum aux classes de densités (0-2 ind./h). Les concentrations les plus importantes du merlu européen ont été localisées sur le plateau continental et le rebord supérieur du talus avec un niveau de densité de 25-48 ind./h (**Figure 10**).

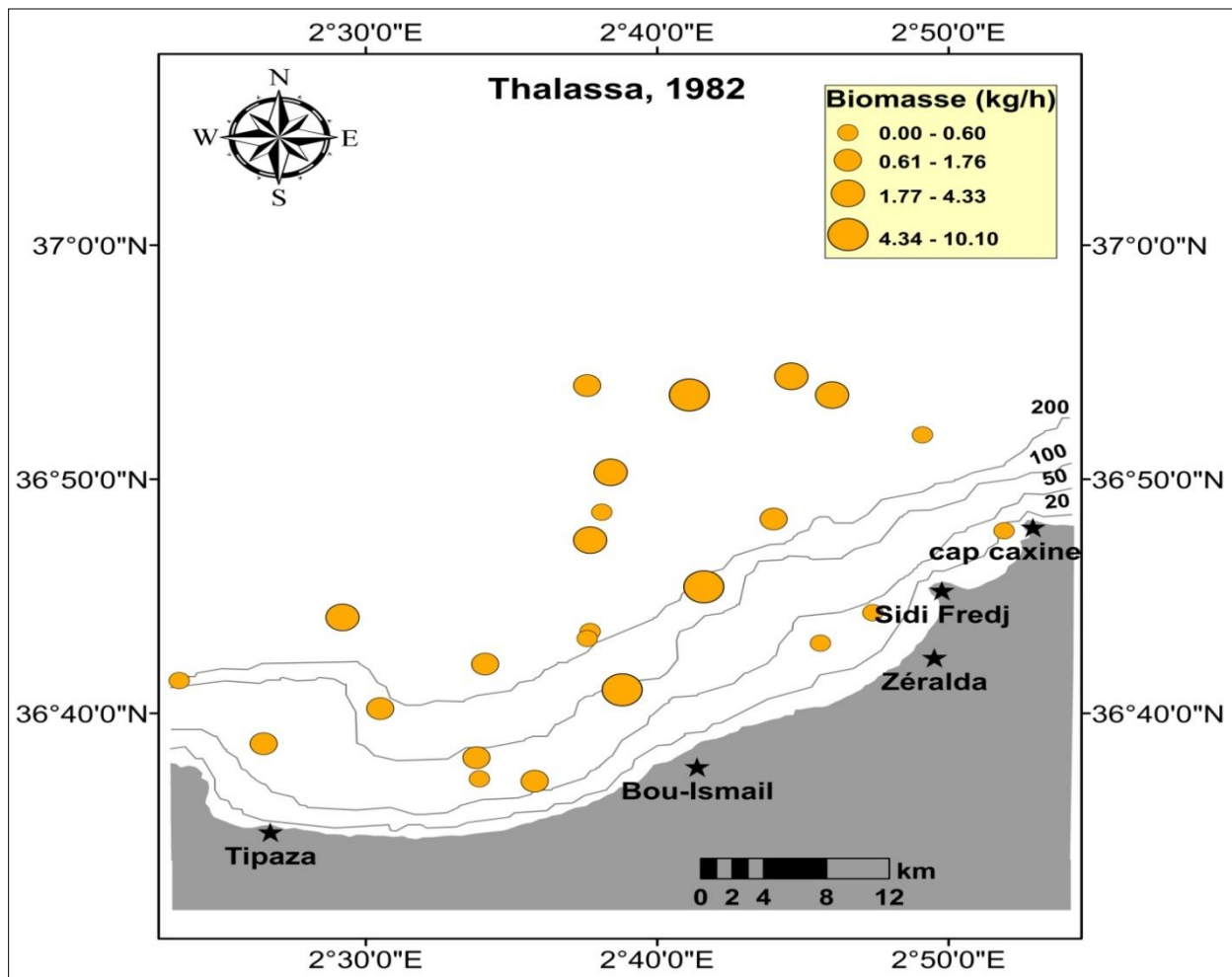


Figure 11 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 130 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Thalassa en 1982).

La distribution spatiale des biomasses de *Merluccius merluccius* indique une tendance à l'augmentation des valeurs pondérales de la côte vers le large pour atteindre un maximum aux classes pondérales (4.34 – 10.10 kg./h). Tandis que, la plus faible classe de biomasse est observée près de la côte (0.00- 0,60 kg./h) (**Figure 11**).

1.1.2. Campagne du Vizconde de Eza en 2003

Grace aux données des 3 traits de chalut effectués dans la baie de Bou-Ismaïl par le navire Vizconde de Eza en 2003, nous avons pu étudier la répartition spatiale des densités et des biomasses du *Merluccius merluccius* (12 individus) présentées respectivement, en nombre d'individus (ind) par heure et en kg par heure.

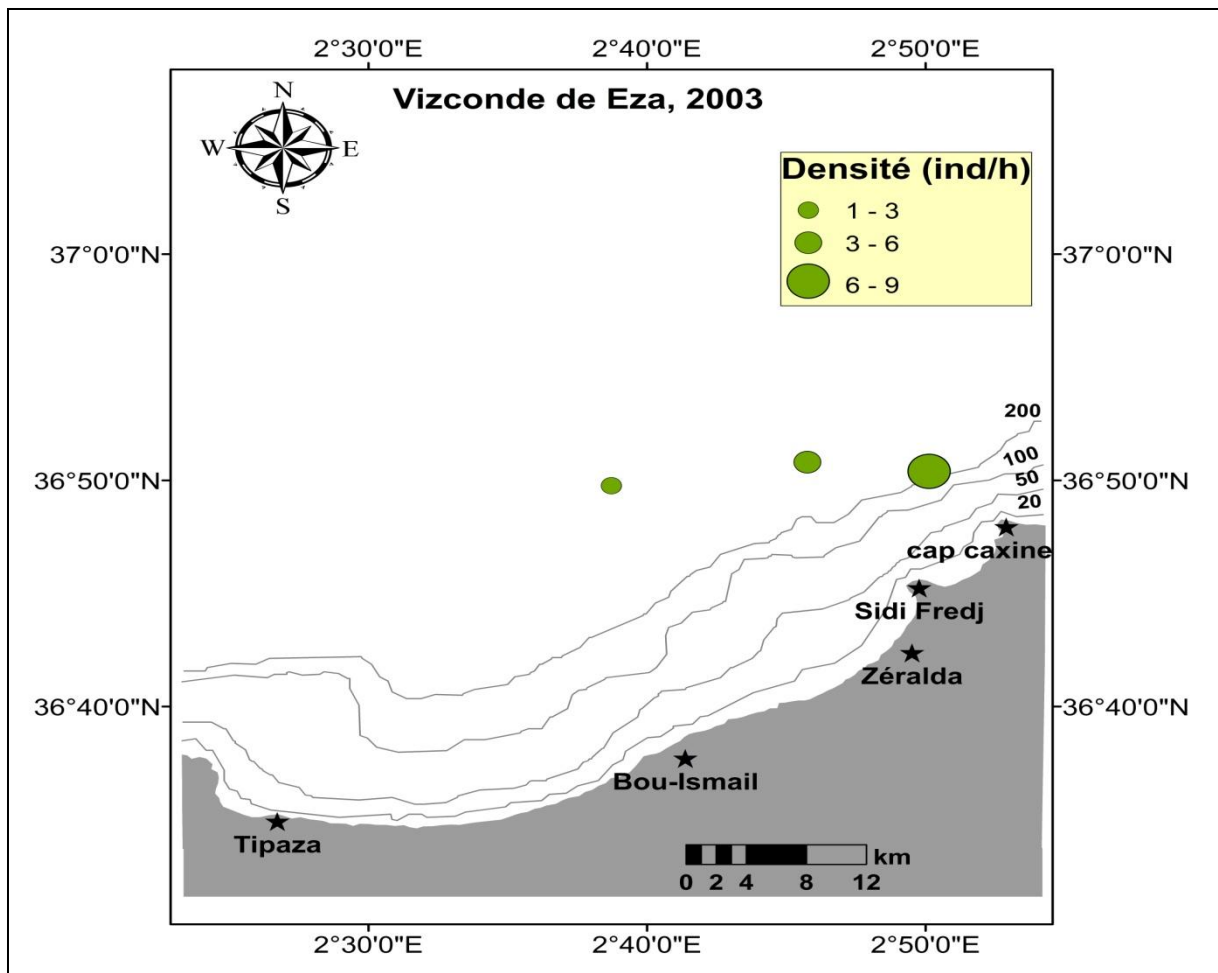


Figure 12 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 12 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Vizconde de Eza en 2003).

La distribution spatiale des densités (ind./h) montre une tendance à la diminution graduelle de concentration du *Merluccius merluccius* suit l'axe côte – large. La classe de densité la plus élevée (6-9 ind./h) est enregistrée au niveau de la partie supérieure du talus, les densités sont nulles dans les traits de chalut les plus profondes (500-600 mètres) (**Figure 12**).

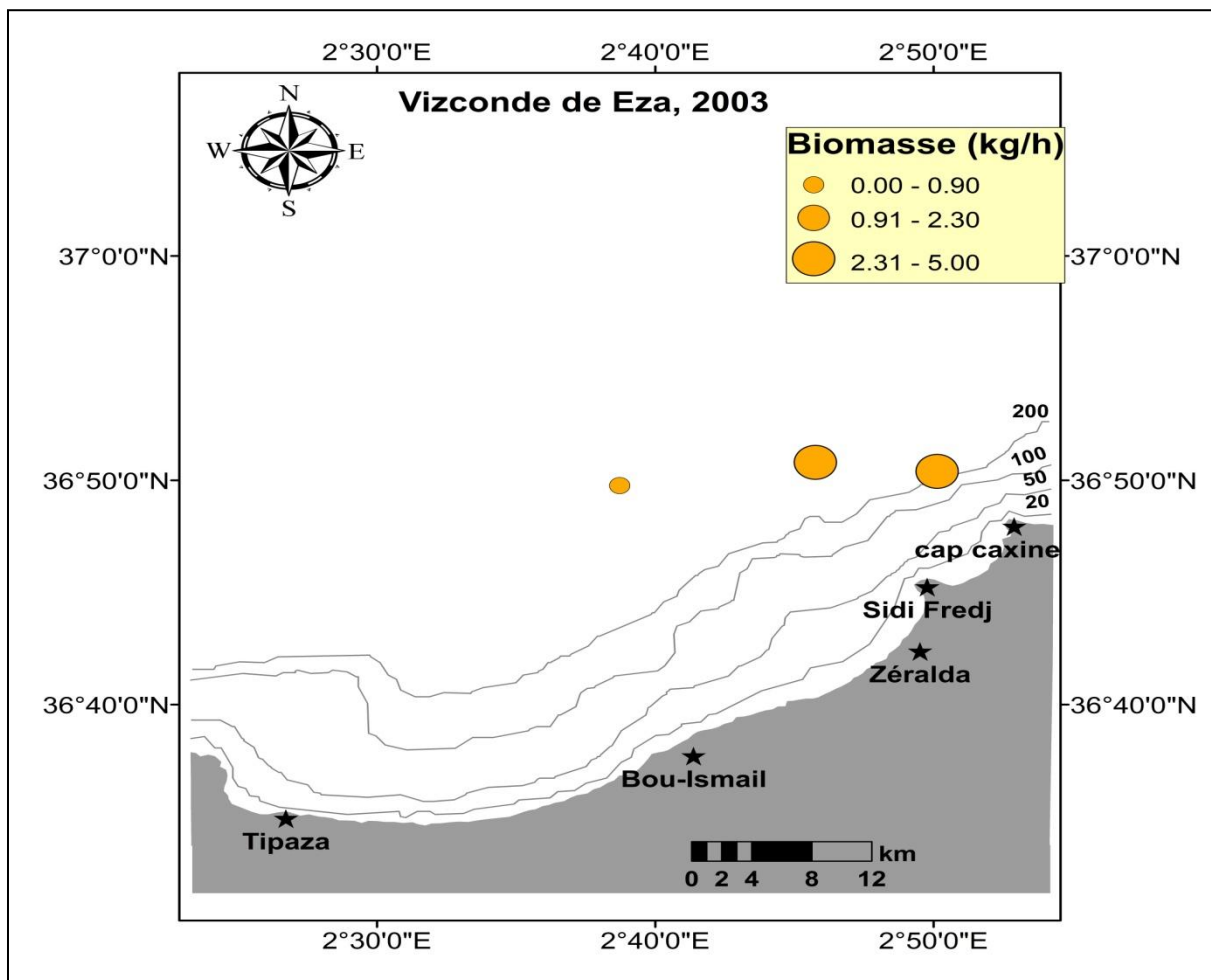


Figure 13 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 12 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Vizconde de Eza en 2003).

La distribution spatiale des biomasses (kg./h) du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl indique une tendance à la diminution des valeurs pondérales suit l'axe côte-large pour atteindre un minimum aux classes pondérales (0.00-0,90 kg./h). Tandis que, la classe la plus forte de biomasse (2.31 – 5.00 kg./h) est observée dans la partie supérieure du talus (**Figure 13**).

1.1.3. Campagne du Vizconde de Eza en 2004

Grace aux données des 18 traits de chalut effectués dans la baie de Bou-Ismaïl par le navire Vizconde de Eza en 2004, nous avons pu étudier la répartition spatiale des densités et des

biomasses du *Merluccius merluccius* (593 individus) présentées respectivement, en nombre d'individus (ind) par heure et en kg par heure (**Figures 14 et 15**).

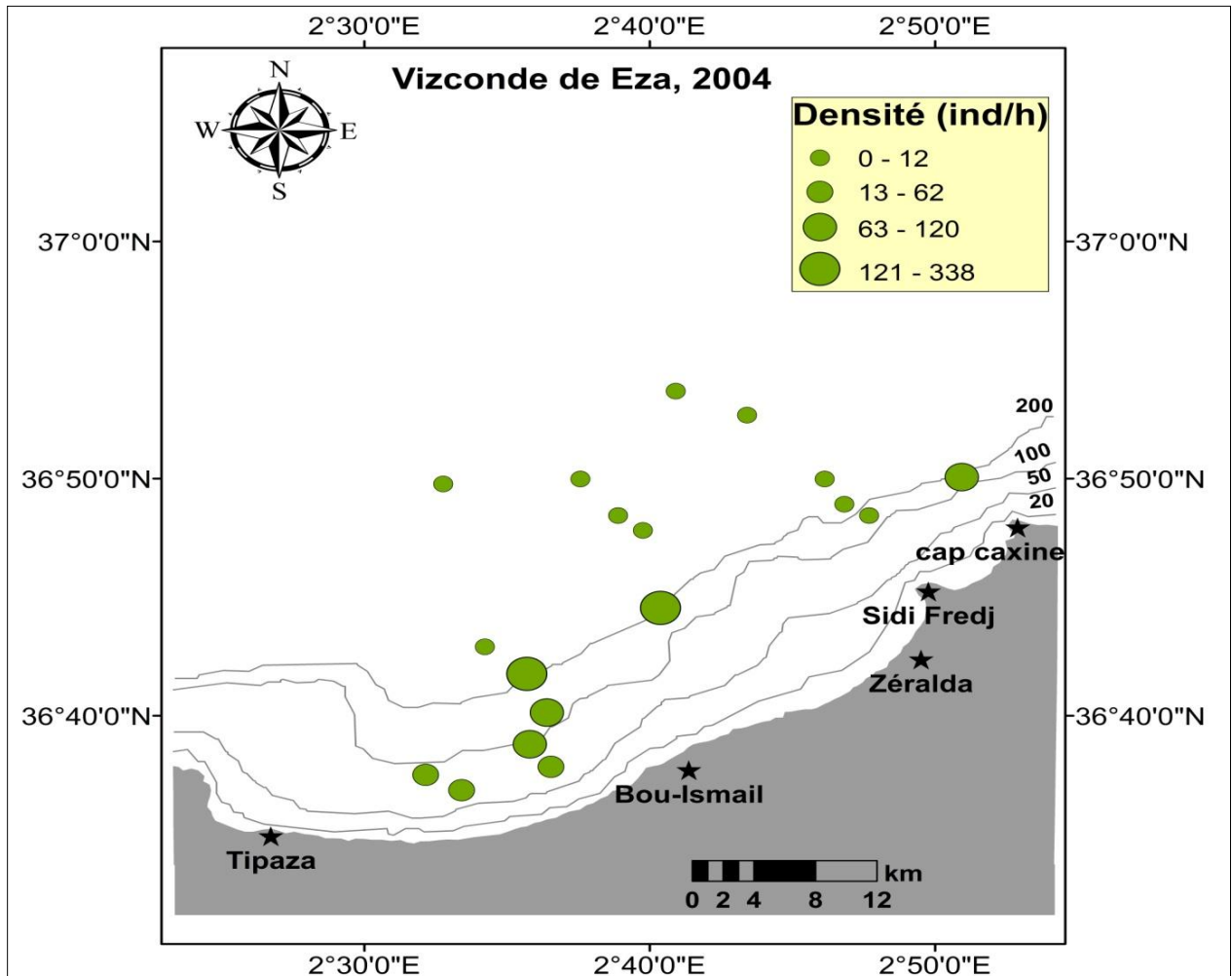


Figure 14 : Répartition spatiale des densités (ind./h) de 593 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Vizconde de Eza en 2004).

La distribution spatiale des densités (ind./h) du *Merluccius merluccius* issus de la campagne Vizconde,2004 montre une faible abondance au niveau du talus avec la plus faible classe de densité (0-12 ind./h), et des concentrations importantes du merlu européen sur le plateau continental avec forte classe de densité (121-338 ind./h) (**figure 14**).

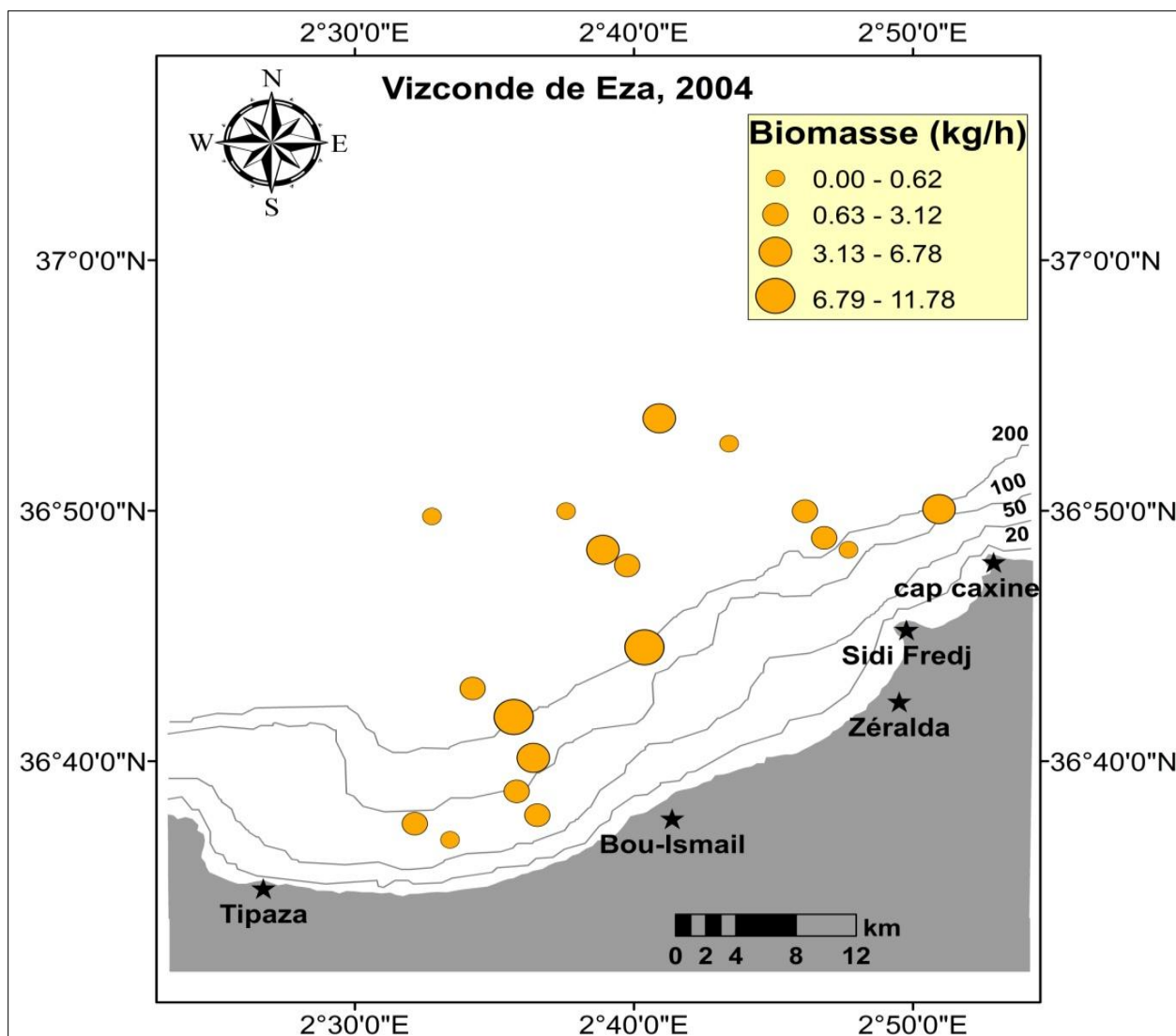


Figure 15 : Répartition spatiale des biomasses (kg./h) de 593 individus du *Merluccius merluccius* (campagne de Vizconde de Eza en 2004).

La distribution spatiale des biomasses (kg./h) du *Merluccius merluccius* issus de la campagne Vizconde, 2004 indique une tendance à l'augmentation des valeurs pondérales suit l'axe côte-large pour atteindre des fortes classes pondérales au niveau de la partie supérieure du talus (6.79 – 11.78 kg./h) (**Figure 15**). La classe pondérale la plus faible (0.00 -0.62 kg./h) a été enregistrée dans les zones plus profonds.

1.2. Variations spatio-temporelles des densités et biomasses du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl

1.2.1. Variabilité temporelle

La comparaison entre les années 1982 et 2003/2004 a été faite grâce à des données obtenues lors des campagnes de chalutage (Thalassa en 1982 et Vizconde de Eza en 2003 et en 2004).

Les densités de *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl présentent une forte variabilité temporelle (ANOVA, $\alpha = 0.05$, ddl = 1, F = 7.06, p = 0.01). Le détail des densités moyennes par année (figure 16) montre une augmentation remarquable de $(8.45 \pm 2.31$ ind./h) en 1982 à $(47.98 \pm 19.01$ ind./h) en 2003/2004. Tandis que, les biomasses du merlu ne diffèrent pas significativement avec l'année (ANOVA, $\alpha = 0.05$, ddl = 1, F = 0.88, p = 0.35), les valeurs pondérales du merlu sont homogènes entre les années étudiées (1982 et 2003/2004) avec respectivement 2.20 ± 0.50 et 2.62 ± 0.64 kg./h (Figure 17).

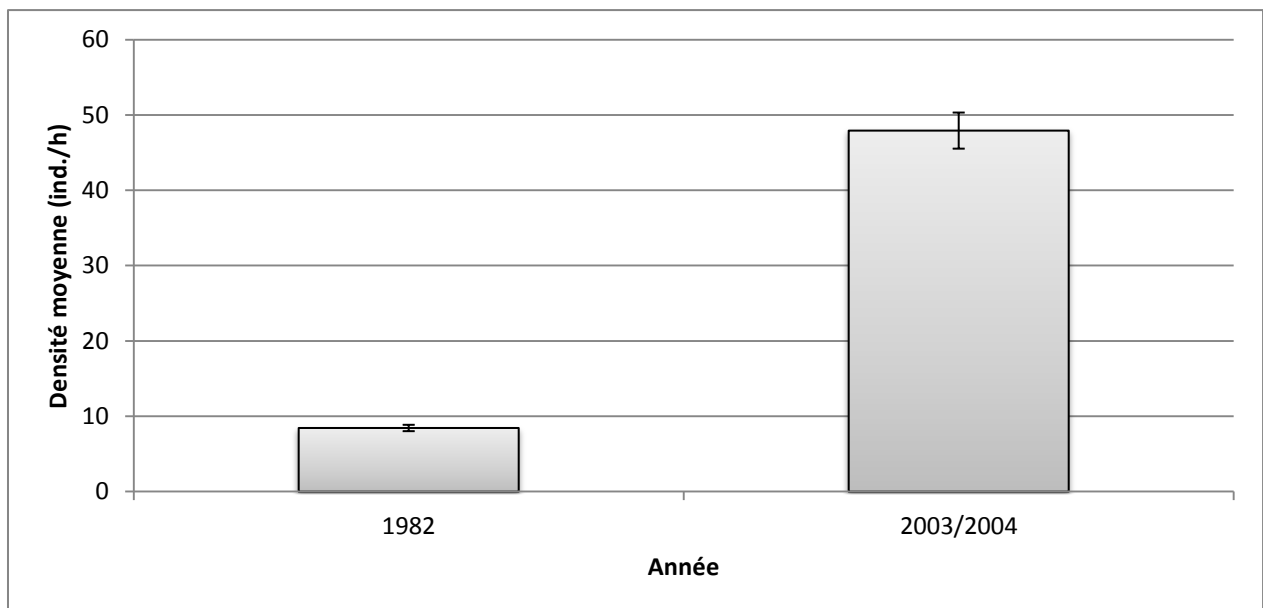


Figure 16 : Les densités moyennes (ind./h ± erreur standard) du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl regroupées par année (130 individus en 1982 et 605 individus en 2003/2004).

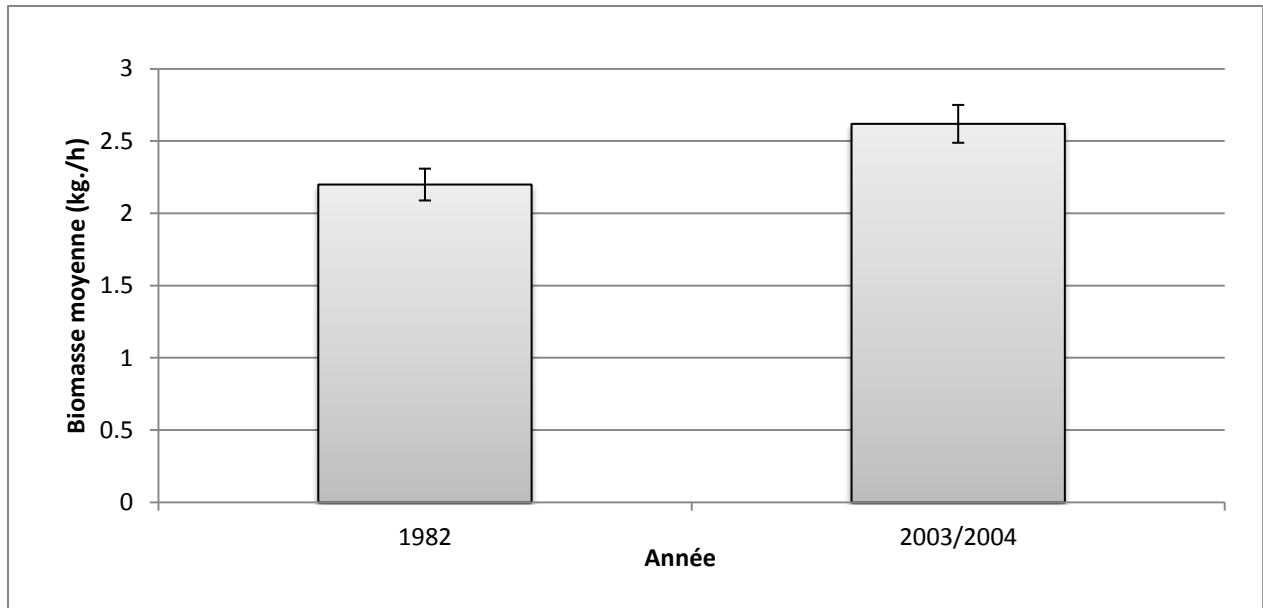


Figure 17 : Les biomasses moyennes (kg./h \pm erreur standard) du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl regroupées par année (130 individus en 1982 et 605 individus en 2003/2004).

1.2.2. Variabilité spatiale (en terme bathymétrique)

La répartition bathymétrique des densités (ind./h) et biomasses (kg./h) du *Merluccius merluccius* a également été étudiée à partir des données des campagnes de chalutage Thalassa en 1982 et Vizconde de Eza en 2003 et 2004.

La densité varie significativement avec la profondeur (ANOVA, $\alpha = 0.05$, ddl = 3, $F = 9.71$, $p < 0.0001$). La **Figure 18** montre que la concentration principale du *Merluccius merluccius* (112.75 ± 43.51 ind./h) est située de 100 à 200 mètres de profondeur soit la partie supérieure du talus, par la suite on enregistre une diminution progressive au-delà de 200 mètres atteignant 2.19 ± 0.55 ind./h, par contre il n'y a pas de variation significative de la biomasse avec la profondeur (ANOVA, $\alpha = 0.05$, ddl = 3, $F = 1.52$, $p = 0.22$). Les différences des biomasses observées entre les étages bathymétriques sont non significatives statistiquement, mais il est évident que la biomasse présente des valeurs faibles dans les zones de profondeur de 200 à 500 et 500 à 800 mètres respectivement de 1.80 ± 0.38 et 1.60 ± 0.55 kg./h (**Figure 19**).

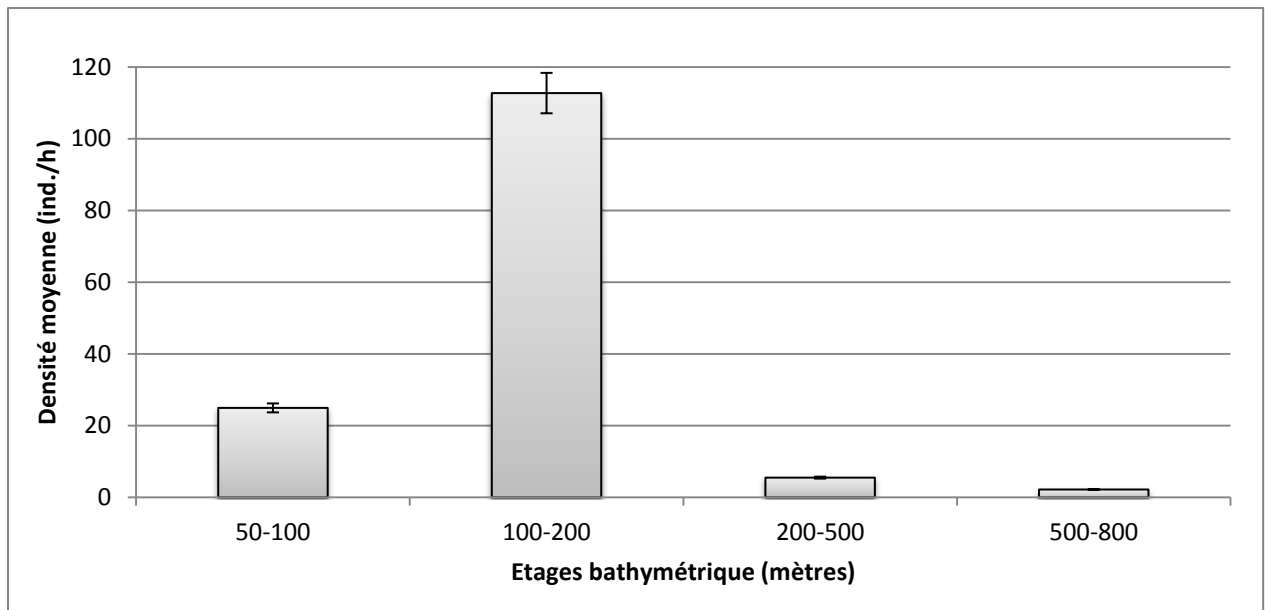


Figure 18 : Répartition bathymétrique des densités moyennes (ind./h \pm erreur standard) du *Merluccius merluccius* (735 individus) dans la baie de Bou-Ismaïl.

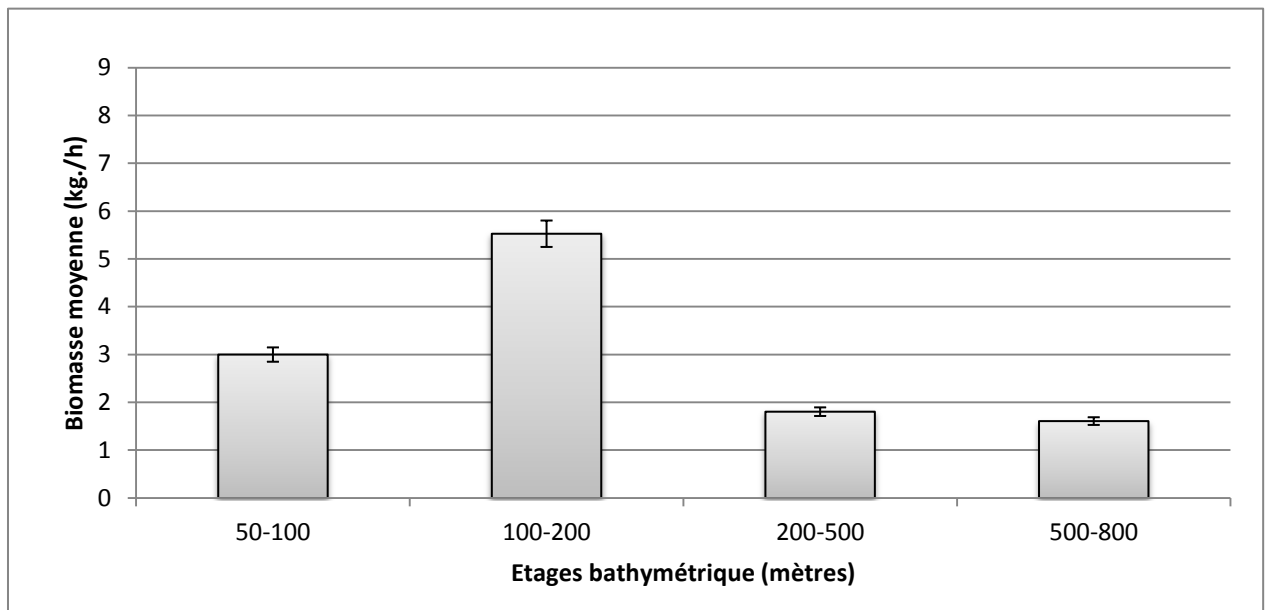


Figure 19 : Répartition bathymétrique des biomasses moyennes (kg./h \pm erreur standard) du *Merluccius merluccius* (735 individus) dans la baie de Bou-Ismaïl.

1.3. Structures démographiques du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl

L'étude de la structure démographique du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou Ismaïl a été faite grâce à des données obtenues lors des campagnes de chalutage (Thalassa en 1982 et Vizconde de Eza en 2003 et en 2004).

1.3.1. Répartitions bathymétriques des tailles et des sexes

Entre **50 et 100 mètres** de profondeur, soit le plateau continental (**Figure 20 et Tableau 2**), les femelles mesurent de 5 à 35 cm et représentent 53.50 % des captures. Les mâles sont moins nombreux (46.50 %) et moins grands, leurs tailles s'étagent entre 5 et 30 cm. Pour les deux sexes le mode est de 17.5 cm (classe de taille comprise entre 15 et 20 cm).

D'après les résultats (**Tableau 2**), la taille moyenne des femelles (16.97 ± 1.76 cm) de *Merluccius merluccius* serait supérieure à celles des mâles (15.70 ± 1.84 cm). Afin de confirmer ce résultat, le test de l'écart réduit est calculé et le résultat indique une différence significative ($|E| \text{ cal.} = 2.08, \alpha = 5\%$). Les femelles sont donc plus grandes que les mâles.

Le sex-ratio serait en faveur des femelles ($0.86 < 1$), ainsi le test de l'écart réduit, nous donne une valeur supérieure à 1.96, seuil correspondant à un degré de sécurité de 95% ($|E| \text{ cal.} = 17.74, \alpha = 5\%$). Ceci indiquerait que les femelles dominent les mâles sur le plateau continental (**Figure 21 et Tableau 2**).

Entre **100 et 200 mètres** de profondeur, soit la partie supérieure du talus, les mâles atteignent une taille maximale un peu plus élevée (35 cm) tout en gardant la même longueur minimale (5 cm) ; leur pourcentage par rapport aux femelles est de 44.30 %. Les femelles augmentent en nombre (55.70 %) et en taille (5 à 45 cm), mais le mode est de 17.5 cm (classe de taille comprise entre 15 et 20 cm) aussi bien pour les mâles que pour les femelles (**Figure 20 et Tableau 2**).

D'après les résultats (**Tableau 2**), la taille moyenne des femelles (20.38 ± 2.96 cm) de *Merluccius merluccius* serait supérieure à celles des mâles (17.54 ± 2.12 cm). Le test de

l'écart réduit confirme cette observation ($|E| \text{ cal.}=2.38, \alpha = 5\%$). La différence est donc significative, les femelles sont plus grandes que les mâles.

Le sex-ratio serait en faveur des femelles ($0.79 < 1$) (**Figure 21 et Tableau 2**). Afin de confirmer cette hypothèse, le test de l'écart réduit est calculé ($|E| \text{ cal.}=13.35, \alpha = 5\%$) et le résultat indique une différence significative. Donc, les femelles dominent les mâles entre 100 et 200 mètres de profondeur.

Entre **200 à 500 mètres**, les femelles mesurent de 10 à 55 cm et leur pourcentage baisse à 48.45 %, tandis que les mâles atteignent 51.54 % et leur taille maximale est plus grande (10 à 60 cm) (**Figure 20 et Tableau 2**).

La taille moyenne des mâles (29.40 ± 3.32 cm) de *Merluccius merluccius* serait un peu élevée à celles des femelles (27.71 ± 3.46 cm) (**Tableau 2**), mais, cette différence est non significative ($|E| \text{ cal.}=0.46, \alpha = 5\%$).

Le sex-ratio serait en faveur des mâles ($1.06 > 1$). Afin de confirmer cette hypothèse, le test de l'écart réduit est calculé, et le résultat indique une différence non significative ($|E| \text{ cal.}=0.30, \alpha = 5\%$), donc il y a autant de mâles que de femelles entre 200 et 500 mètres de profondeur (**Figure 21 et Tableau 2**)

Entre **500 et 800 mètres** aucun individu ne mesure moins de 25 cm, la taille maximale observée étant de 60 cm. Les femelles représentent 90.47 % des captures, tandis que seulement deux mâles recensés à cette profondeur, ils mesurent 40 et 55 cm (**Figure 20 et Tableau 2**). Ceci indiquerait que les femelles dominent les mâles sur 500 à 800 mètres de profondeur.

Les tailles moyennes de capture des mâles et des femelles (Tableau) augmentent avec la profondeur. En effet, celles-ci passent de 16.97 ± 1.76 cm à 45.25 ± 3.49 cm pour les femelles et de 15.70 ± 1.84 cm à 50 ± 17.85 cm pour les mâles entre le plateau continental et la partie inférieure du talus. Afin de confirmer cette hypothèse, le test de l'écart réduit est calculé pour les femelles ($|E| \text{ cal.}=4.01, \alpha = 5\%$) et pour les mâles ($|E| \text{ cal.}=3.27, \alpha = 5\%$).

Tableau 2 : Répartition bathymétrique des tailles et des sexes du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).

Profondeur (mètres)	50 - 100		100 - 200		200 - 500		500 - 800	
	F+I	M+I	F+I	M+I	F+I	M+I	F+I	M+I
Classe de taille (cm)								
7.5	18	18	1	1	0	0	0	0
12.5	29	30	35	35	1	1	0	0
17.5	56	52	56	54	13	10	0	0
22.5	12	5	7	6	11	5	0	0
27.5	7	4	18	8	6	8	1	0
32.5	7	4	10	4	7	15	0	0
37.5	1	0	8	1	1	6	1	0
42.5	0	0	1	0	3	3	3	1
47.5	0	0	1	0	2	1	8	0
52.5	0	0	0	0	2	0	4	0
57.5	0	0	0	0	1	0	2	1
62.5	0	0	0	0	0	1	0	0
Effectif total	130	113	137	109	47	50	19	2
pourcentage (%)	53.50	46.50	55.70	44.30	48.45	51.54	90.47	9.52
Taille moyenne ± erreur standard	16.97 ± 1.76	15.70 ± 1.84	20.38 ± 2.96	17.50 ± 2.12	27.71 ± 3.46	29.4 ± 3.32	45.25 ± 3.49	50 ± 17.85
Sex-ratio	0.86		0.79		1.06		0.10	

(M/F)				
-------	--	--	--	--

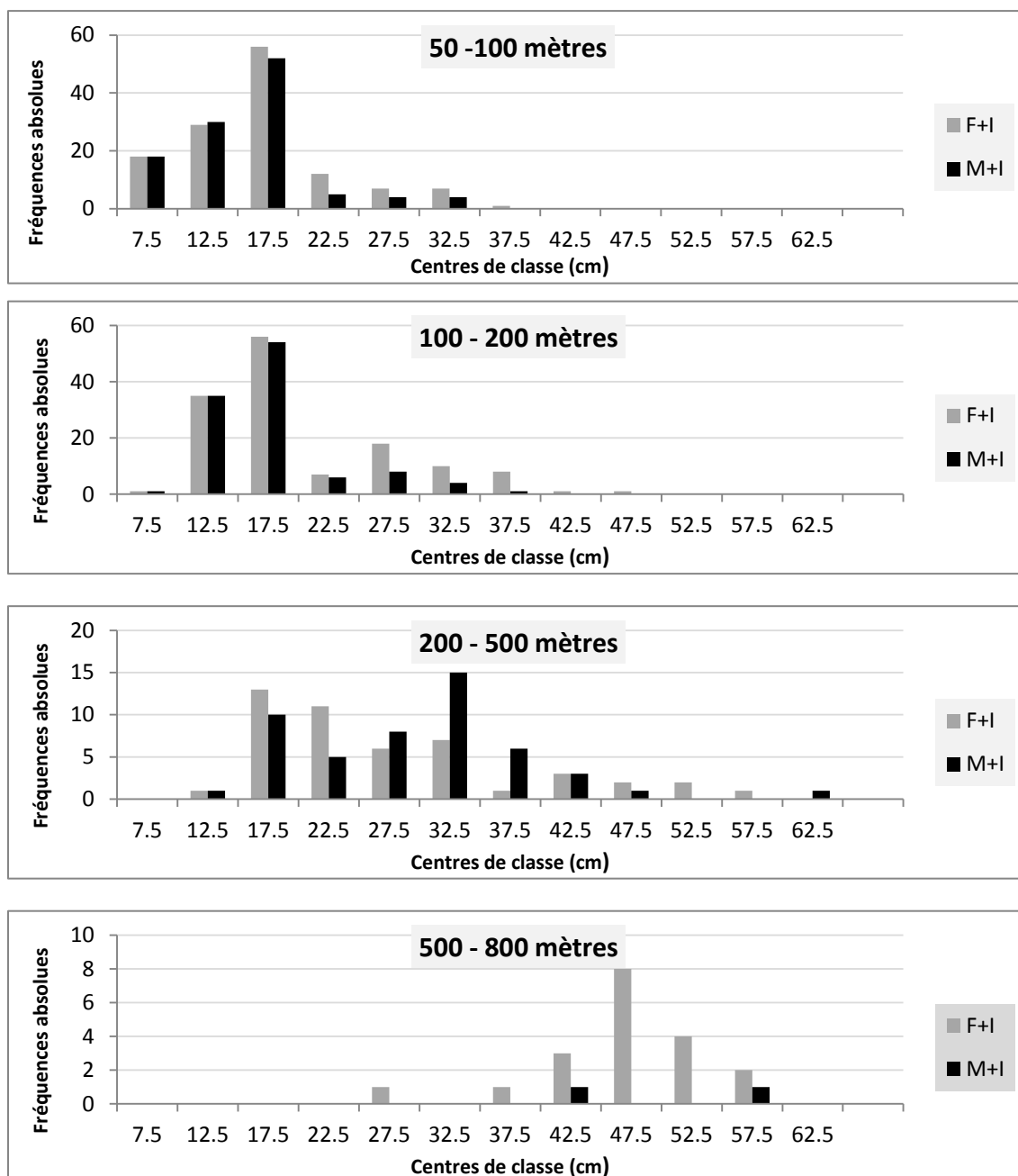


Figure 20 : La répartition bathymétrique des structures en taille par sexe du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (333 ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274 ind).

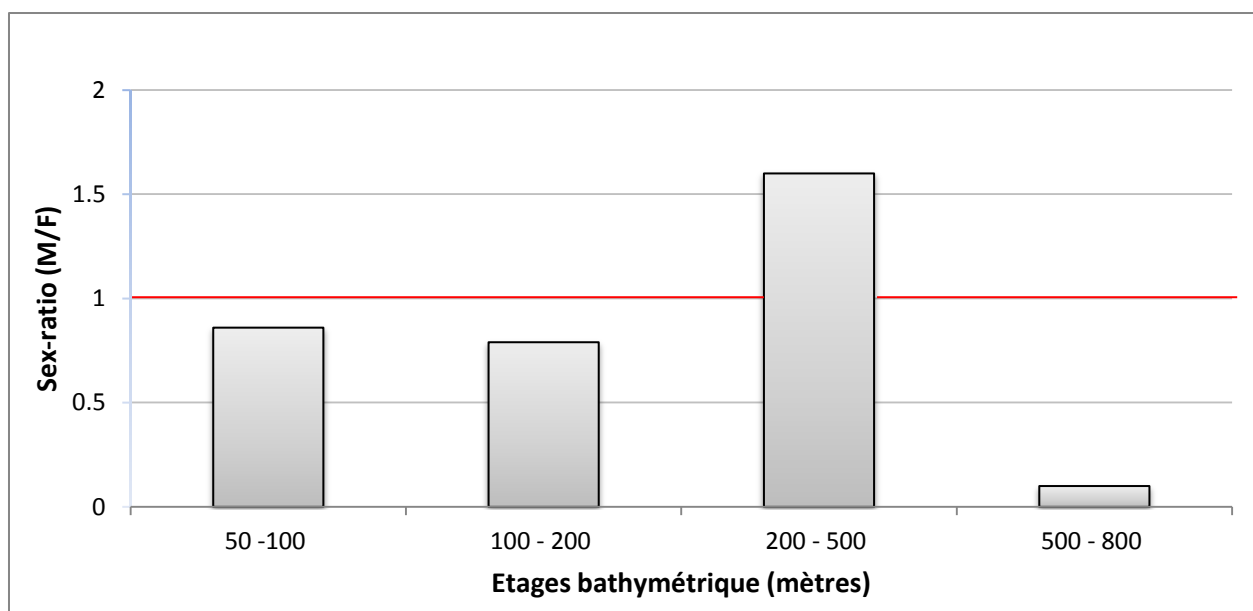


Figure 21 : Variation bathymétrique de sex-ratio (Mâles+ indéterminés / Femelles+ indéterminés) du *Merluccius merluccius* (333 femelles et 274 mâles) dans la baie de Bou-Ismail.

Sur le plateau continental (50-100 mètres) les pourcentages des merlus femelles et mâles n'ayant pas atteint la taille de la première maturité sexuelle $L_{5\infty}$ (20,5 cm pour les mâles et 30,6 cm pour les femelles, d'après **Bouaziz, 1992**) sont respectivement de 79.23 et 97.34 % ; Ces chiffres baissent à 36.17 et 53 % entre 200 et 500 mètres (**Tableau 3**).

Ces résultats montrent que malgré le fait que la pêche est interdite sur le plateau continental, zone fréquemment chalutée par les professionnels (**Bouaziz et al., 1998**), la situation demeure alarmante car la quasi totalité des captures est représentée par de jeunes immatures responsables de la pérennité du stock.

Tableau 3 : Répartition des merlus immatures en fonction du sexe et de la profondeur. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).

Profondeur (mètres)	F+I		M+I	
	Effectif total	Femelles immatures (%)	Effectif total	Mâles immatures(%)

50-100	130	79.23	113	97.34
100-200	137	67.15	109	97.14
200-500	47	36.17	50	54.00
500-800	19	0.00	2	0.00

La distribution des tailles et des sexes en fonction de la profondeur, dans la baie de Bou-Ismaïl, nous permet de conclure que :

- les femelles dominent sur les zones de 50- 200 et 500-800 mètres de profondeur ;
- Il existe autant de mâles que de femelles entre 200 et 500 mètres de profondeur ;
- Les tailles moyennes de capture des mâles et des femelles augmentent significativement avec la profondeur ;

1.3.2. Variabilité temporelle des tailles et des sexes

Les données utilisées pour étudier de la variabilité temporelle des tailles et des sexes du *Merluccius merluccius* ont été représentées sur le **tableau 4** pour avoir des informations complémentaires à ces périodes.

En 1982, les femelles mesurent de 10 à 60 cm et représentent 58.82 % des captures, le mode est de 22.5 cm (classe de taille 20 – 25 cm). Les mâles sont moins nombreux (41.18 %) et moins grands, leurs tailles s'étagent entre 10 et 55 cm, la classe de taille la plus représentée se situe entre 30 et 35 cm (centre de classe = 32.5 cm) (**Tableau 4 et Figure 22**).

La taille moyenne des femelles (31.14 ± 2.88 cm) de *Merluccius merluccius* serait un plus peu élevée à celles des mâles (26.89 ± 2.67 cm) (**Tableau 4**), mais, cette différence est non significative ($|E|$ **cal.=1.60, $\alpha = 5\%$**).

Le sex-ratio serait en faveur des femelles ($0.70 < 1$). Afin de confirmer cette observation, le test de l'écart réduit est calculé, et le résultat indique une différence non significative ($|E|$ **cal.=1.92, $\alpha = 5\%$**). Donc, il y a autant de mâles que de femelles en 1982 (**Tableau 4 et Figure 23**).

En 2003/2004, les mâles sont plus nombreux qu'en 1982 (46.11 %), leurs tailles s'échelonnent entre 5 et 45 cm. Les femelles représentent 53.90 % des captures et mesurent de 5 à 55 cm. Ainsi, la gamme des tailles couverte par les mâles est plus réduite que celle des femelles, mais le mode est représenté par la classe de taille comprise entre 15 et 20 cm (centre de classe = 17.5 cm) aussi bien pour les femelles que pour les mâles (**Tableau 4 et Figure 22**).

D'après les résultats (**Tableau 4**), la taille moyenne des femelles (19.29 ± 1.71 cm) de *Merluccius merluccius* serait supérieure à celles des mâles (17.54 ± 1.82 cm). Le test de l'écart réduit confirme cette observation ($|E|$ **cal.=2.61, $\alpha = 5\%$**). La différence est donc significative, les femelles sont plus grandes que les mâles.

Le sex-ratio serait en faveur des femelles ($0.86 < 1$), ainsi le test de l'écart réduit indique une différence non significative ($|E|$ **cal.=1.71, $\alpha = 5\%$**). Donc, il y a autant de mâles que de femelles dans la baie de Bou-Ismaïl en 2003/2004 (**Tableau 4 et Figure 23**).

La différence entre les tailles moyennes de capture observées en 1982 et en 2003/2004 (**Tableau 4**) pour les mâles est significative ($|E|$ **cal.=2.01, $\alpha = 5\%$**). En effet, celles-ci étaient de 26.89 ± 2.67 cm en 1982 et de 17.54 ± 1.82 cm en 2003/2004. Pour les femelles, la taille moyenne observée en 1982 (31.14 ± 2.88 cm) est plus grande que celle de 2003/2004 (19.29 ± 1.71 cm) mais la différence entre ces deux moyennes n'est pas significative ($|E|$ **cal.=1.53, $\alpha = 5\%$**).

Le pourcentage de femelles observé en 1982 est significativement plus grand ($|E|$ **cal.=10.57, $\alpha = 5\%$**) que celui observé en 2003/2004 (Tableau). En effet, celui-ci était de 58.82 % en 1982 et de 53.90 % en 2003/2004. Par contre, les mâles sont en plus forte abondance en 2003/2004 qu'en 1982 ($|E|$ **cal.=8.46, $\alpha = 5\%$**).

Tableau 4 : Répartition des tailles et des sexes du *Merluccius merluccius* en 1982 et en 2003/2004. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).

Année	1982		2003/2004	
Sexe	F+I	M+I	F+I	M+I
Classe de taille (cm)				
7.5	0	0	20	19
12.5	5	4	61	61
17.5	11	9	109	107
22.5	15	10	15	8
27.5	9	5	25	12
32.5	8	14	16	7
37.5	2	4	9	8
42.5	3	2	4	2
47.5	8	0	3	1
52.5	6	0	0	0
57.5	2	1	1	0
62.5	1	0	0	0
Total	70	49	263	225
pourcentage (%)	58.82	41.18	53.90	46.11
Taille moyenne ± erreur standard	31.14 ± 2.88	26.89 ± 2.67	19.29 ± 1.71	17.54 ± 1.82
Sex-ratio (M+I / F+I)	0.70		0.86	

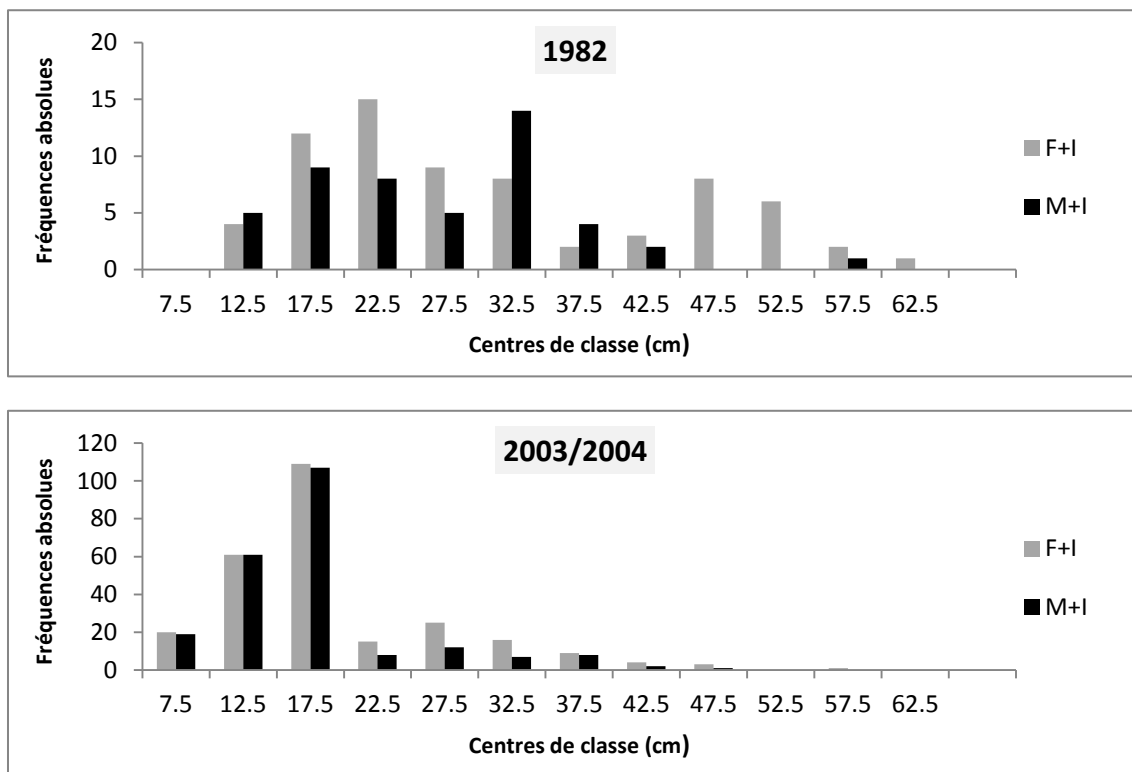


Figure 22 : Structure en taille par sexe du *Merluccius merluccius* en 1982 et en 2003/2004. F+I : femelles et indéterminés (333ind) ; M+I : mâles et indéterminés (274ind).

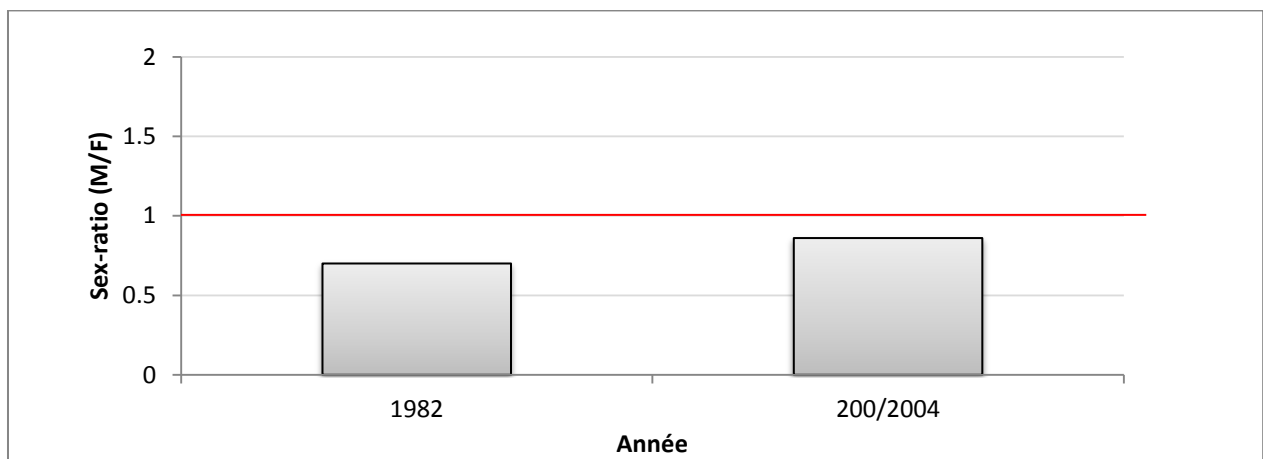


Figure 23 : Variation temporelle de sex-ratio (Mâles+ indéterminés / Femelles+ indéterminés) du *Merluccius merluccius* (333 femelles et 274 mâles) dans la baie de Bou-Ismail.

Si nous examinons **le tableau 5**, nous constatons que les merlus de taille moins de 20,5 cm sont peu nombreux en 1982 mais en 2003/2004 on observe une augmentation remarquable de l'effectif des jeunes individus de moins de 20,5 cm.

Cette étude nous montre, qu'à la suite de l'application progressive de mesures visant à contrôler la taille minimale légale du merlu débarqué (20 cm de longueur totale) (**Abella et al., 2004**), la pression de pêche sur les zones d'alevinage a été réduite.

Tableau 5 : Variation temporelle des tailles du *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismail.

Classes de taille (cm)	< 20.5cm		>20.5cm	
	effectif	%	effectif	%
1982	29	24.37	90	75.63
2003/2004	377	77.25	111	22.75

Discussion

La présente étude fournit une base quantitative pour la distribution spatio-temporelle du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismail au cours des années 1982, 2003/2004. Car les variations bathymétrique et temporelle des densités, biomasses, tailles et sexes du *Merluccius merluccius* sont révélées statiquement significatives.

Les résultats confirment la large distribution spatiale de l'espèce en termes d'aire bathymétrique, conformément aux études antérieures dans plusieurs régions méditerranéennes (**Orsi Relini et al., 2002 ; Katsanevakis et al., 2009**).

La distribution spatiale du merlu est fortement liée à la profondeur (**Abella et al., 1997 ; Orsi-Relini et al., 2002**). Les résultats concernant la répartition bathymétrique des densités, biomasses, tailles et des sexes vont dans ce sens.

D'après les cartes des répartitions bathymétrique des abondances de merlu (**Figures 10 à 15**), il est évident que les valeurs les plus élevées des densités et des biomasses coïncident avec la zone de profondeur 100 à 200 mètres, probablement en corrélation avec la présence de pépinières dans de nombreuses régions méditerranéennes (**Orsi Relini et al., 2002 ; Druon et al., 2015**). Les densités et les biomasses présentent des valeurs minimales dans la zone de profondeur de 500 – 800 mètres, ce qui est conforme aux d'autres études, indiquant que le merlu européen présente une abondance limitée en Méditerranée dans les eaux plus profond que 500 mètres (**Oliver et Massuti, 1995 ; Papaconstantinou et Stergiou, 1995**).

Pour un bon nombre d'auteurs tels que (**Belloc, 1935 ; Maurin, 1954 et Bouaziz, 1992**), les jeunes peuplent les eaux côtières et les adultes se tiennent d'autant plus au large qu'ils sont âgés. Nos observations confirment cette remarque, comme elles ont montré que le pourcentage des jeunes de moins de 20.5 cm est sensiblement plus élevé entre 50 – 100 et 100 – 200 mètres de profondeur. Au-delà de 200 mètres la remarque est à nouveau confirmée puisque nous constatons une augmentation de l'effectif de gros individus.

Cependant, la présence en profondeur de très jeunes individus a été mentionnée par **Belloc (1935), Maurin (1954 et 1968)**. Ce dernier, précise qu' « alevins et jeunes restent longtemps au large avant de gagner la zone côtière ». Nous avons pu confirmer cette remarque par la présence de merlus dont la taille est inférieure à 20.5 cm entre 200 et 500 mètres de profondeur mais avec un moindre degré.

La répartition bathymétrique des merlus est liée au cycle biologique de l'espèce. En accord avec les travaux de **Maurin (1954)** on observe une concentration importante des femelles matures (de taille plus de 20.5 cm) au niveau de la zone de 100 à 200 mètres de profondeur, probablement en corrélation avec la présence de pépinières dans de nombreuses régions méditerranéennes (**Orsi Relini et al., 2002 ; Druon et al., 2015**).

Les tailles moyennes du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl augmentent significativement avec la profondeur, conformément aux résultats de **Bouaziz (1992)** dans les différentes régions du littoral algérien et de **Durieux (2011)** dans le Golfe du Lion.

Le merlu européen est depuis longtemps surexploité dans la Méditerranéen (**Abella et al., 1997**). Les résultats de la variabilité temporelle des tailles, sexes et des abondances confirment ce phénomène et donnent l'ampleur de cette surexploitation. En effet, une forte diminution des tailles moyennes et des tailles maximales des mâles impliquant une modification considérable des structures démographiques a été observée. La taille moyenne de capture des mâles a diminué de 26.89 ± 2.67 cm en 1982 à 17.54 ± 1.82 cm en 2003/2004, et leurs tailles maximales ont respectivement diminué de (55 – 60 cm) à (45 – 50 cm) sur la même période. Au Golfe du Lion, où la pêche au merlu est intense, le même phénomène a été observé (**Durieux, 2011**).

Il est assez intuitif de penser que la densité diminue lorsque la population est considéré comme surexploité. En effet, les faibles densités du *Merluccius merluccius* enregistrée en 1982 peuvent être directement liées à ce phénomène. Ainsi, une augmentation remarquable des densités a été observée au cours des années 2003 et 2004, cette observation peut être expliquée par l'application des mesures de gestion nécessaires pour remédier aux problèmes de la surexploitation, ces mesures ont été recommandées par la CGPM en 2000.

La surexploitation du merlu européen peut avoir des conséquences sur les proportions de mâles et de femelles de la fraction de la population (**Durieux, 2011**). Les résultats de cette étude montrent une diminution significative de la proportion de femelles de 58.82 % en 1982 à 53.90 % en 2003/2004.

L'étude de la variabilité temporelle des tailles des jeunes merlus montre que les merlus de taille moins de 20,5 cm sont peu nombreux en 1982, mais en 2003/2004 on observe une augmentation remarquable de l'effectif des jeunes individus de moins de 20,5 cm, Nous pouvons expliquer ces observation par les études du **Abella et al. (1997 et 2004)**. La taille moyenne des prises commerciales de merlu européen, en raison de la faible sélectivité des engins de pêche utilisés dans presque tous les pays méditerranéens, est très faible en raison de la valeur commerciale élevée des individus de petite taille dans la plupart des pays méditerranéens et des taux de capture plus élevés obtenus à l'intérieur des aires d'alevinage

(Abella *et al.*, 1997). À la suite de l'application progressive de mesures visant à contrôler la taille minimale légale du merlu débarqué (20 cm de longueur totale), la pression de pêche sur les zones de pépinières a été réduite (Abella *et al.*, 2004).

2. Etude de l'âge et de la croissance

Nous avons étudié l'âge et la croissance pour 1552 femelles + indéterminés, 1219 mâles + indéterminés et pour toute la population à sexes confondus 2240 individus (femelles + mâles + indéterminés) du *Merluccius merluccius* pêchés dans la baie de Bou-Ismaïl pendant les années 2010, 2012 et 2017.

2.1. Distribution de fréquence des tailles

Comme l'indique **la figure 24**, les distributions de fréquence des tailles de nos spécimens, s'échelonne entre une taille minimale extrême de 5cm et une maximale qui est plus de 65cm. Pour l'ensemble des captures, le mode le plus important se situe à 23cm. Le nombre d'exemplaire de moins de 9cm et de plus de 55cm est très faible.

La taille moyenne chez les femelles est de 24.84 cm moyennement supérieure à celle des mâles qui est estimée à 20.38 cm.

Concernant les mâles, des tailles mesurées présentent des pics répartis sur l'intervalle (21-23 cm).

Toutefois les tailles mesurées des femelles sont caractérisées par une gamme de taille plus large par rapport à celles des mâles.

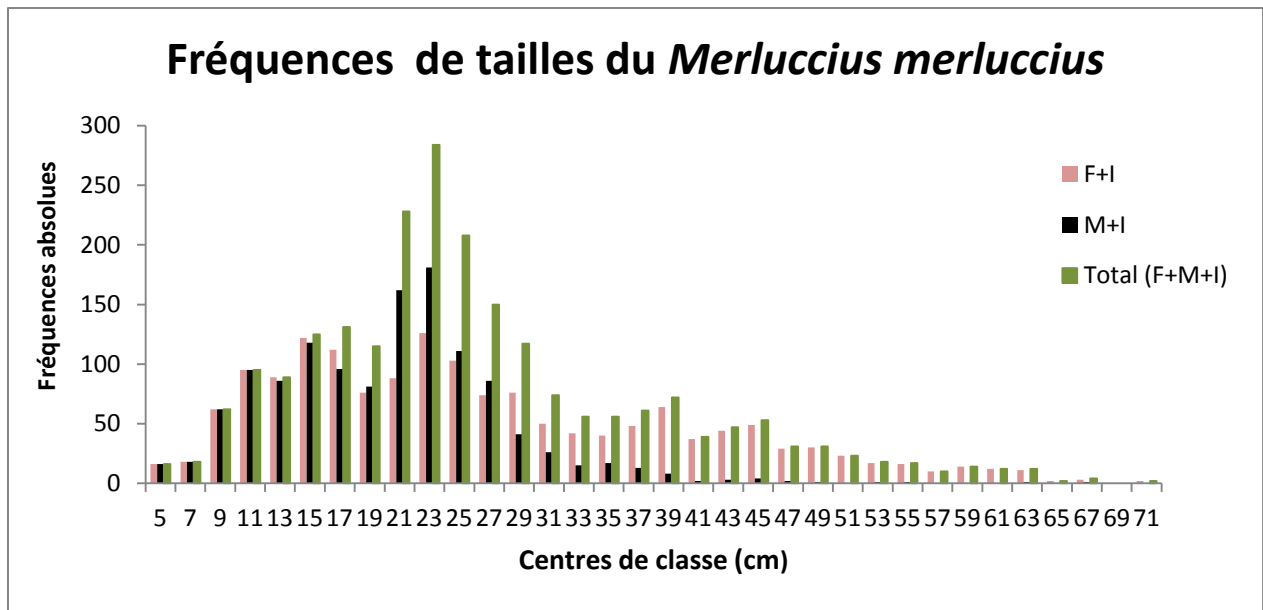


Figure 24 : Fréquences de tailles du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

2.2. Etude de la clé âge-Longueur par la méthode de Battacharya (1967)

A partir de la distribution des fréquences de tailles des femelles, mâles et de toute la population à sexes confondus, le logiciel **FISAT II** a été utilisé pour obtenir la clé âge-longueur par la méthode des différences logarithmiques (**Battacharya, 1967**).

La méthode de Bhattacharya (1967) décompose respectivement l'échantillon en 6 et 4 cohortes femelles et mâles, et 6 cohortes pour toute de la population à sexes confondus (**tableau 6 ; figures 25, 26 et 27**), et à chacune d'elles correspond une taille moyenne (\bar{x}) et un écart-type (σ).

Les plus grandes femelles observées durant cette étude étaient de groupe d'âge 5 ans et les plus grands mâles de groupe d'âge 3 ans (**tableau 6**).

Tableau 6 : Clé âge- longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (1967) pour les merlus en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Sexe	Groupe d'âge	0	I	II	III	IV	V
F+I	\bar{x}_F	14.81	24.45	37.68	45.21	53.72	60.83
	Effectif	637	392	246	114	70	37
	σ_F	3.88	2.71	3.31	2.06	3.12	2.10
	$h/\sigma \leq 2,2$	0.15	0.73	0.60	0.97	0.64	0.95
M+I	\bar{x}_M	11.56	22.37	34.64	45.06	-	-
	Effectif	315	614	77	11	-	-
	σ_M	2.45	2.59	3.61	2.39	-	-
	$h/\sigma \leq 2,2$	0.81	0.77	0.55	0.83	-	-
Total (I+M+F)	\bar{x}_T	15.86	23.28	38.43	44.83	53.77	60.84
	Effectif	766	762	217	143	69	38
	σ_T	4.30	2.39	2.27	2.14	2.90	2.06
	$h/\sigma \leq 2,2$	0.46	0.83	0.88	0.93	0.68	0.97

h : intervalle de classe; σ : écart-type ; \bar{x} : taille moyenne.

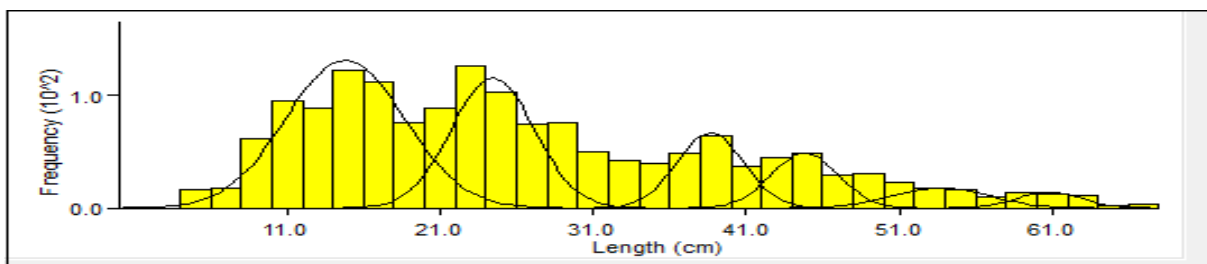


Figure 25 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).

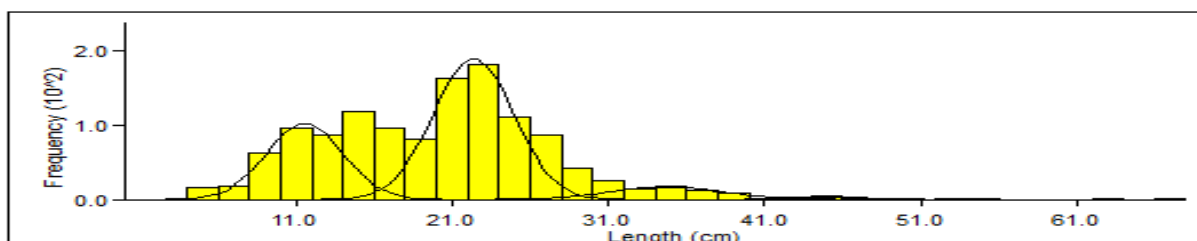


Figure 26 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus mâles+ indéterminés (1219 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).

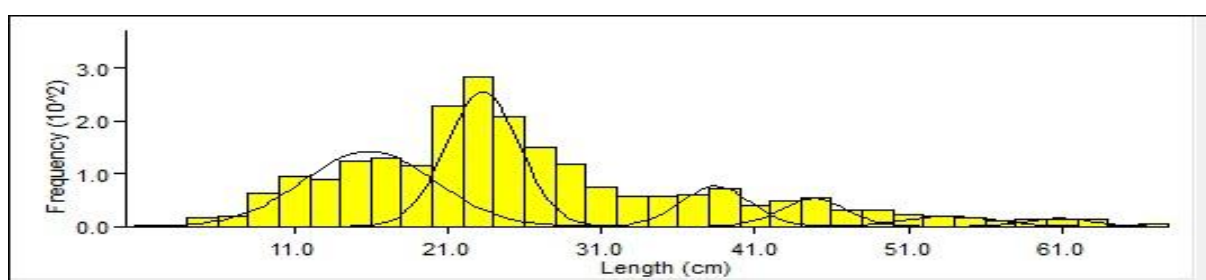


Figure 27 : Décomposition de la distribution de fréquences de taille des merlus à sexes confondus (2240 individus) en baie de Bou-Ismaïl par la méthode de Bhattacharya (1967) (FISAT II).

Les paires de données (taille observée / âge) ou clé âge- longueur qui ont été calculées par la méthode de Bhattacharya (1967) ont permis de présenter graphiquement la courbe de croissance linéaire (**Figure 28**).

Cette courbe nous a permis d'effectuer un examen comparatif de la croissance de chaque sexe. Cette comparaison montre qu'il existe, chez *Merluccius merluccius*, une différence significative entre les mâles et les femelles, et que ces derniers croissent plus vite que les mâles au cours de tous les groupes d'âge. En effet, la longueur observée correspondant au même âge se trouve plus grande chez les femelles que chez les mâles, et ceci durant toute la période de vie de l'espèce.

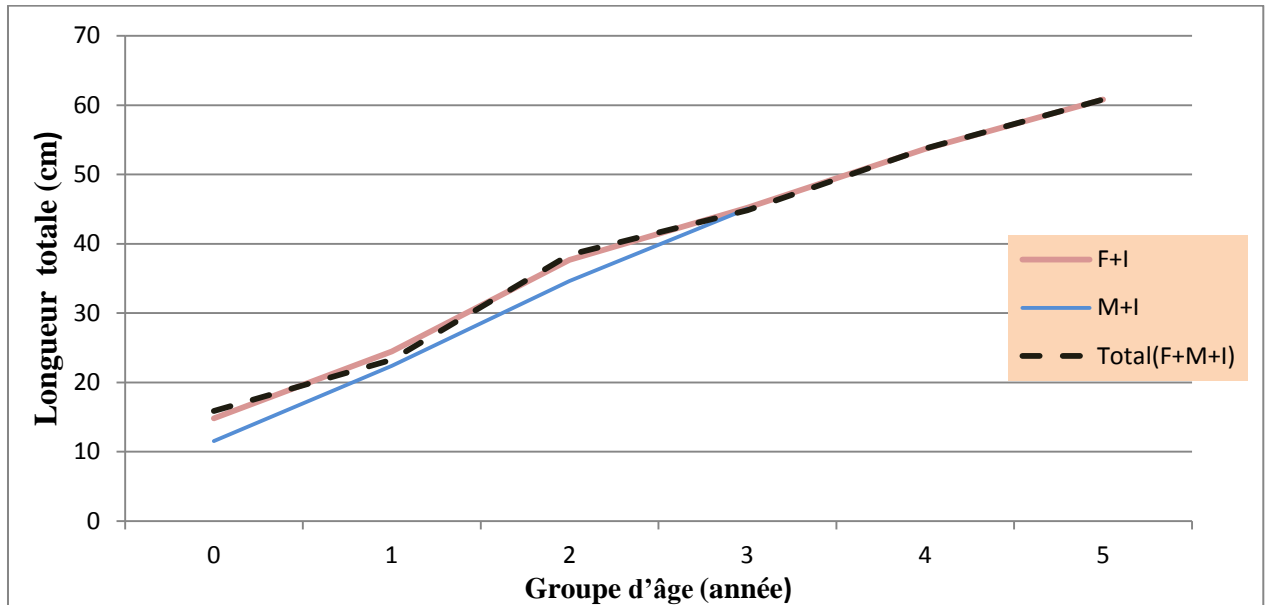


Figure 28 : Courbe de la croissance linéaire du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Toutefois, il ressort de ce graphique que la croissance des femelles est supérieure de celle des mâles.

2.3. Taux d'accroissement linéaire annuel

Le taux d'accroissement linéaire du *Merluccius merluccius* entre les groupes d'âges a été calculé pour l'ensemble de l'échantillon à sexes confondus et par sexe (**tableau 7**). L'analyse de ces résultats montre que le taux d'accroissement ne suit pas un modèle normal (ne diminue pas avec l'âge), mais malgré ça, on a utilisé le modèle de **Von Bertalanffy (1938)** pour modéliser la croissance du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl.

Tableau 7 : Longueurs totales et accroissements linéaires annuels de *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Groupe d'âge (année)	F+I		M+I		Total (F+M+I)	
	Lt (cm)	Acc. Annuel (cm)	Lt (cm)	Acc. Annuel (cm)	Lt (cm)	Acc. Annuel (cm)
0	14.81	-	11.56	-	15.86	-
I	24.45	9.46	22.37	10.80	23.28	7.42
II	37.68	13.23	34.64	12.27	38.43	15.15
III	45.21	7.53	45.06	10.42	44.83	6.40
IV	53.72	8.51	-	-	53.77	8.94
V	60.83	7.11	-	-	60.84	7.07

2.4. Modélisation de la croissance linéaire

Nous avons pour toute la population à sexes confondus, et par sexe, calculé les paramètres L_{∞} , K et t_0 du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy (1938) par la méthode proposée par Ford Walford (1946) qui consiste essentiellement à réécrire l'équation de Von Bertalanffy sous la forme : $L_{t+1} = a + bL_t$

Avec L_t et L_{t+1} correspondant à des longueurs séparées par un intervalle de temps

(1 année). **Les tableaux 8, 9 et 10** ci-dessous montrent comment disposer les données de longueur par âge pour les femelles, mâles et pour toute la population à sexes confondus en vue de les traiter par la méthode graphique de Ford Walford (1946).

Tableau 8 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) en baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.

Groupe d'âge (année)	L _t (cm)	L _{t+1}	X	Y
0	14.81	24.45	14.81	24.45
I	24.45	37.68	24.45	37.68
II	37.68	45.21	37.68	45.21
III	45.21	53.72	45.21	53.72
IV	53.72	60.83	53.72	60.83
V	60.83	-	-	-

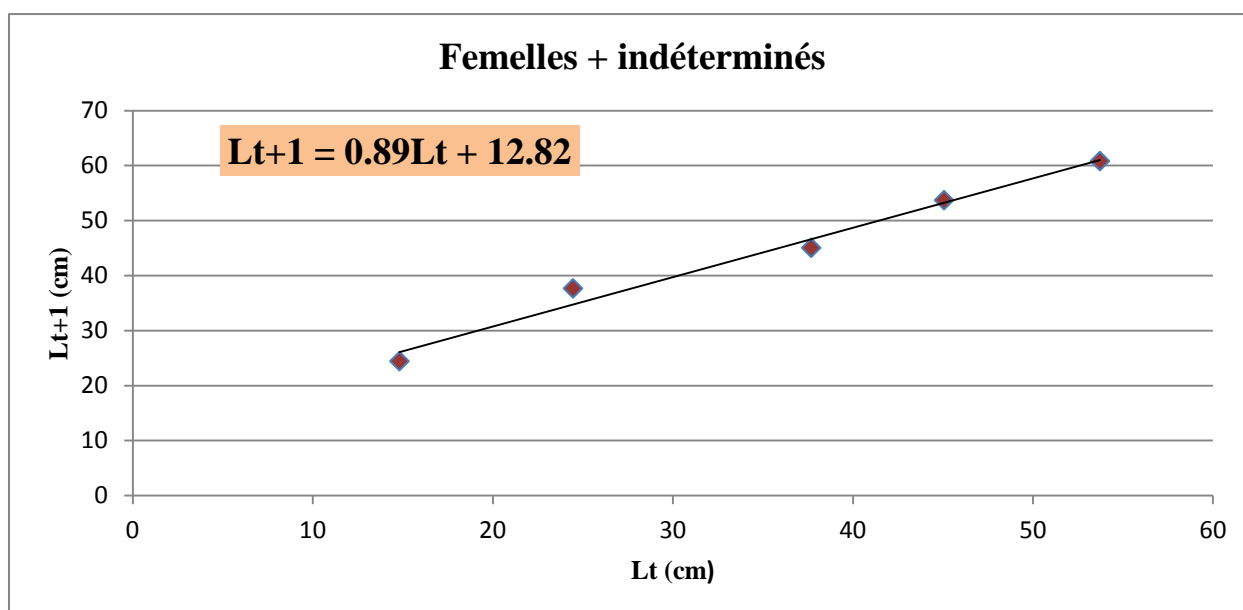


Figure 29 : Détermination graphique de a et b des merlus femelles+ indéterminés (1552 individus).

Tableau 9 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus mâles + indéterminés (1219 individus) de la baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.

Groupe d'âge (année)	L _t (cm)	L _{t+1}	X	Y
0	11.56	22.37	11.56	22.37
I	22.37	34.64	22.37	34.64
II	34.64	45.06	34.64	45.06
III	45.06	-	-	-

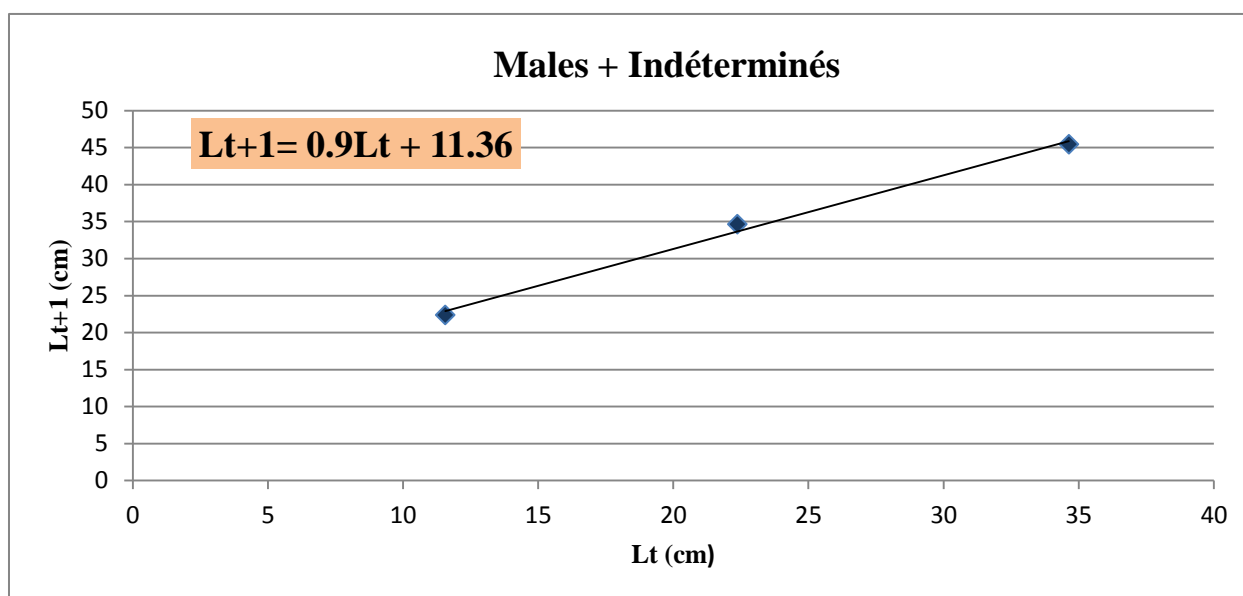


Figure 30 : Détermination graphique de a et b des merlus mâles + indéterminés (1219 individus).

Tableau 10 : Données de longueurs à un âge donné pour les merlus à sexes confondus (2240 individus) de la baie de Bou-Ismaïl présentées pour être traitées par la méthode graphique de Ford Walford.

Groupe d'âge (année)	L _t (cm)	L _{t+1}	X	Y
0	15.86	23.28	15.86	23.28
I	23.28	38.43	23.28	38.43
II	38.43	44.83	38.43	44.83
III	44.83	53.77	44.83	53.77
IV	53.77	60.84	53.77	60.84
V	60.84	-	-	-

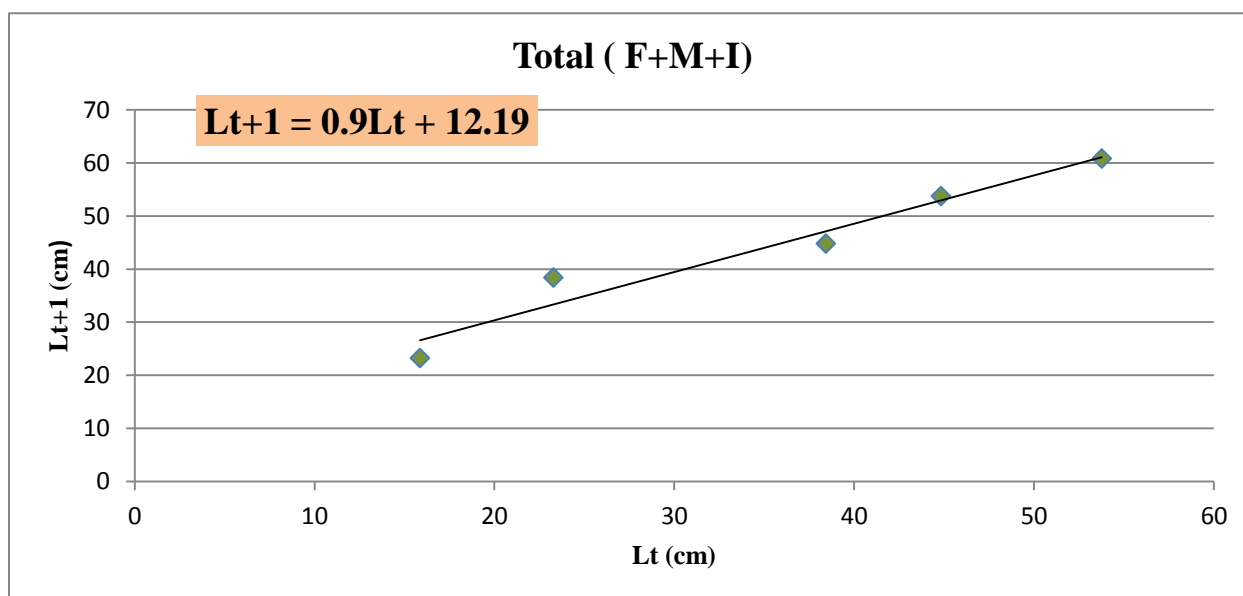


Figure 31 : Détermination graphique de a et b des merlus à sexes confondus (2240 individus).

Les paramètres du modèle de Von Bertalanffy (L_{∞} , K et t_0) et les longueurs théoriques établies à partir de nos clés âge-longueur se résument dans les tableaux donnés ci-après.

Tableau 11 : Paramètres du modèle de croissance linéaire de Von Bertalanffy de *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Sexe	Paramètres			\emptyset'	Equation
	L_{∞} (cm)	K (cm/an)	t_0 (an)		$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$
F+I	124.46	0,11	-1.06	3.23	$L_t = 124.46 [1 - e^{-0.11(t+1.06)}]$
M+I	113.60	0.10	-1.20	3.11	$L_t = 113.60 [1 - e^{-0.10(t+1.20)}]$
Total (F+M+I)	121.90	0.10	-1.17	3.17	$L_t = 121.90 [1 - e^{-0.10(t+1.17)}]$

Tableau 12 : Longueurs théoriques de *Merluccius merluccius* obtenues selon le modèle de Von Bertalanffy. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind); LO : longueur observée ; LT : longueur théorique.

Groupe d'âge (année)	F+I		M+I		Total (F+M+I)	
	LO	LT	LO	LT	LO	LT
0	14.81	13.69	11.56	12.84	15.86	13.45

I	24.45	25.61	22.37	22.31	23.28	23.77
II	37.68	35.66	34.64	31.1	38.43	33.11
III	45.21	44.83	45.06	38.95	44.83	41.56
IV	53.72	53.12	-	-	53.77	50.21
V	60.83	60.56	-	-	60.84	56.58

Les longueurs asymptotiques (L_{∞}) obtenues pour les merlus femelles et mâles sont respectivement de 124.46 cm et 113.60 cm soit une différence de 10.86 cm.

La taille asymptotique (L_{∞}) des femelles est plus grande que celle des mâles, alors que la constante de croissance (K) pour les mâles et les femelles est presque la même. Ces résultats mettent en évidence une croissance différentielle entre les deux sexes, en faveur des femelles. Notons que les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy, obtenus pour les merlus de la baie de Bou-Ismaïl, sont valables jusqu'à 5 ans pour les femelles et 3 ans pour les mâles. De plus les valeurs théoriques obtenues ci-dessus nous ont permis de tracer la courbe théorique de croissance en taille.

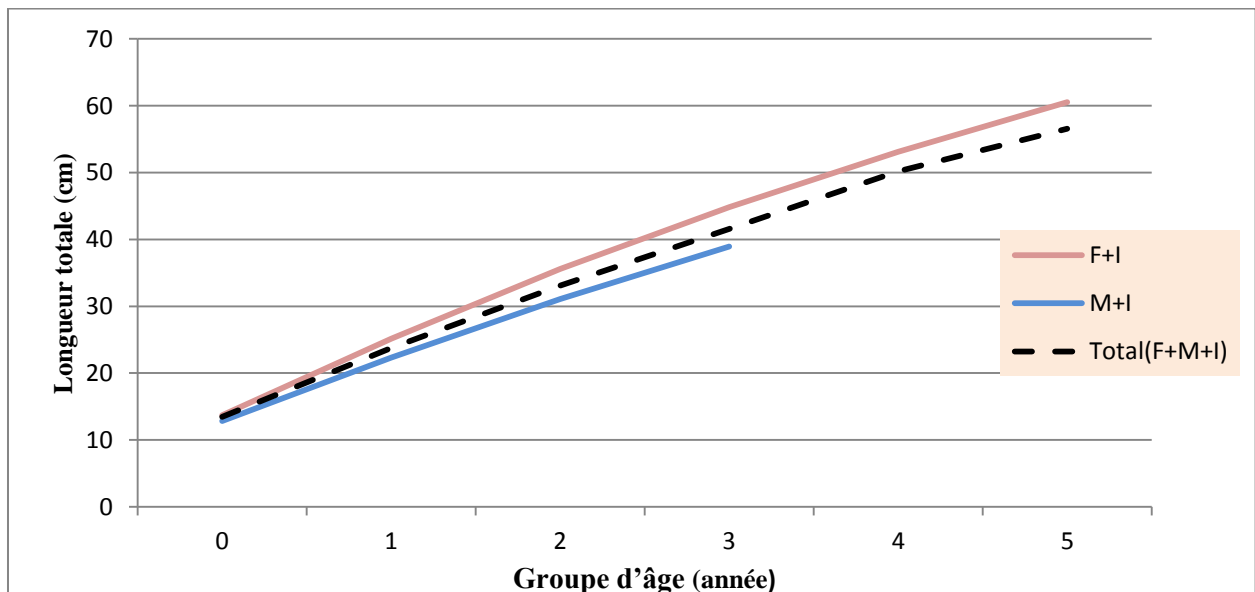


Figure 32 : Courbe théorique de croissance linéaire du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Par ailleurs, il apparaît à nouveau clairement sur la **figure 33** que la croissance des femelles est supérieure de celle des mâles.

2.5. Relation taille-poids

Une relation d'allométrie de type $Wt = aLt^b$ lie le poids d'un poisson à sa longueur, les valeurs de **a** et **b** s'obtiennent en transformant la fonction exponentielle ci-dessus en une fonction logarithme base 10 : $\text{Log } Wt = b \text{ Log } Lt + \text{Log } a$

Nous avons calculé cette équation pour 1552 femelles + indéterminés, 1219 mâles+ indéterminés et pour toute la population à sexes confondus 2240 individus (mâles+ femelles + indéterminés) pêchés dans la baie de Bou-Ismaïl pendant les années 2010,2012 et 2017. Le poids plein minimal rencontré est de 1.02g chez les mâles et les femelles. Le poids total maximal est de 2373g pour les femelles contre 1945 g pour les mâles. Les jeunes individus à sexe indéterminé, sont comptabilisés avec les femelles et les mâles.

Les **figures 33, 34** et **35** représentent respectivement les résultats des variations de la relation liant le poids total et la longueur totale pour chaque sexe et pour toute la population provenant de la baie de Bou-Ismaïl.

Le tableau 13 indique pour notre espèce, le nombre de spécimens collectés (**N**), les valeurs minimales et maximales de la taille, les paramètres **a** et **b** estimés ainsi que coefficient de corrélation (**R²**). Quelle que soit la taille des espèces, le nuage de points n'est pas dispersé. Ceci montre que la relation longueur- poids est régie par la même corrélation pour toutes les tailles. Les chiffres des coefficients de corrélation (**R²**) sont très proches de **1**, ce qui traduit la forte corrélation positive entre les deux variables que sont la taille et le poids.

Tableau 13 : Paramètres de la relation taille-poids total du *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismaïl. . F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Sexe	a	b	R ²	N	Lt min (cm)	Lt max (cm)	Type d'allométrie
F+I	0.007	2.96	0.99	1552	5	72	Minorante
M+I	0.008	2.94	0.98	1219	5	67	Minorante
Total (F+M+I)	0.009	2.93	0.99	2240	5	72	Minorante

Les valeurs estimées de **b** sont inférieures à 3 quelque soit le sexe (**tableau 13**), ainsi le **test de z (l'écart-réduit)**, nous donne des valeurs de **p-value < 0.0001**, inférieures au niveau de signification **alpha=0.05**. Ceci indiquerait que la population de *Merluccius merluccius* à sexe séparé et à sexe confondus se caractérise par une croissance minorante entre le poids total et la taille. Ce qui signifie en termes de croissance, que le développement du corps (croissance pondérale) est moins vite que la croissance linéaire (le poids croît moins vite que la taille).

La valeur de **b** pour les mâles, femelles et pour toute la population est concordante avec celle habituellement rapportée et admise par la littérature et qui situe cette valeur entre 2.5 et 3.5 (**Pauly, 1997**) de la relation taille-poids.

Les résultats obtenus par les équations de la relation taille-poids total sont consignés dans le **tableau 14**.

Tableau 14 : Equations de régression de la relation entre le poids total (g) et la longueur totale (cm) chez *Merluccius merluccius* de la baie de Bou-Ismaïl. . F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind) ; N : effectifs ; R² : coefficient de corrélation.

Sexe	Relation taille-poids	R ²	N
F+I	$Wt = 0.007 Lt^{2.96}$	0.99	1552

M+I	$Wt = 0.008 Lt^{2.94}$	0.98	1219
Total (F+M+I)	$Wt = 0.009 Lt^{2.93}$	0.99	2240

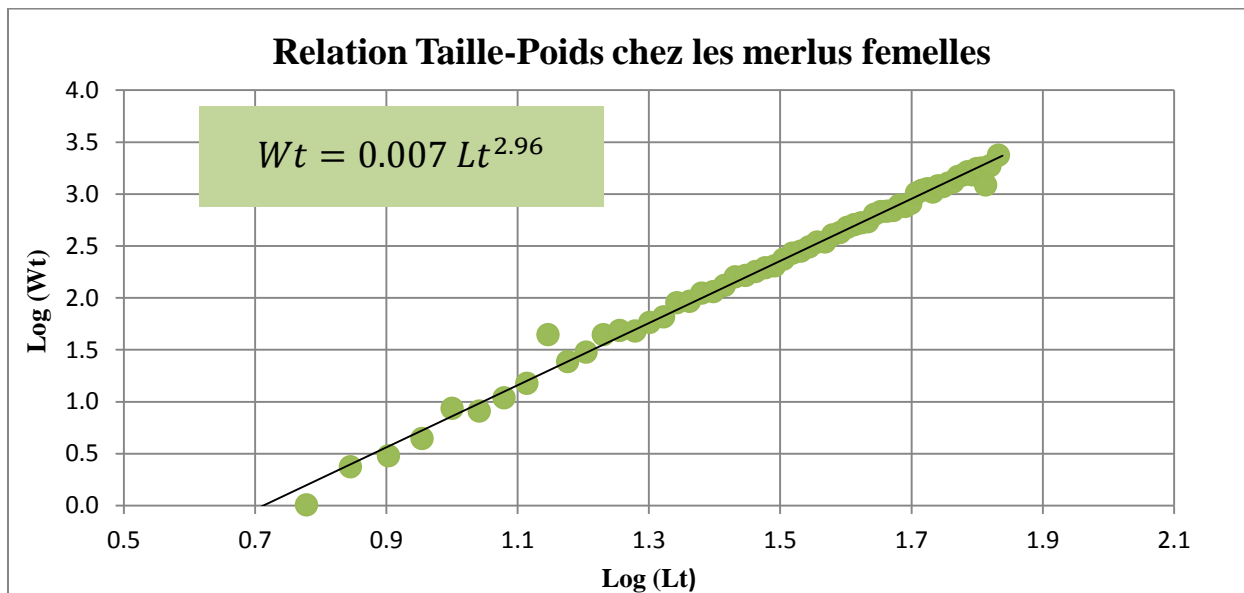


Figure 33 : Relation taille-poids chez les merlus femelles+ indéterminés (1552 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) et Lt(cm).

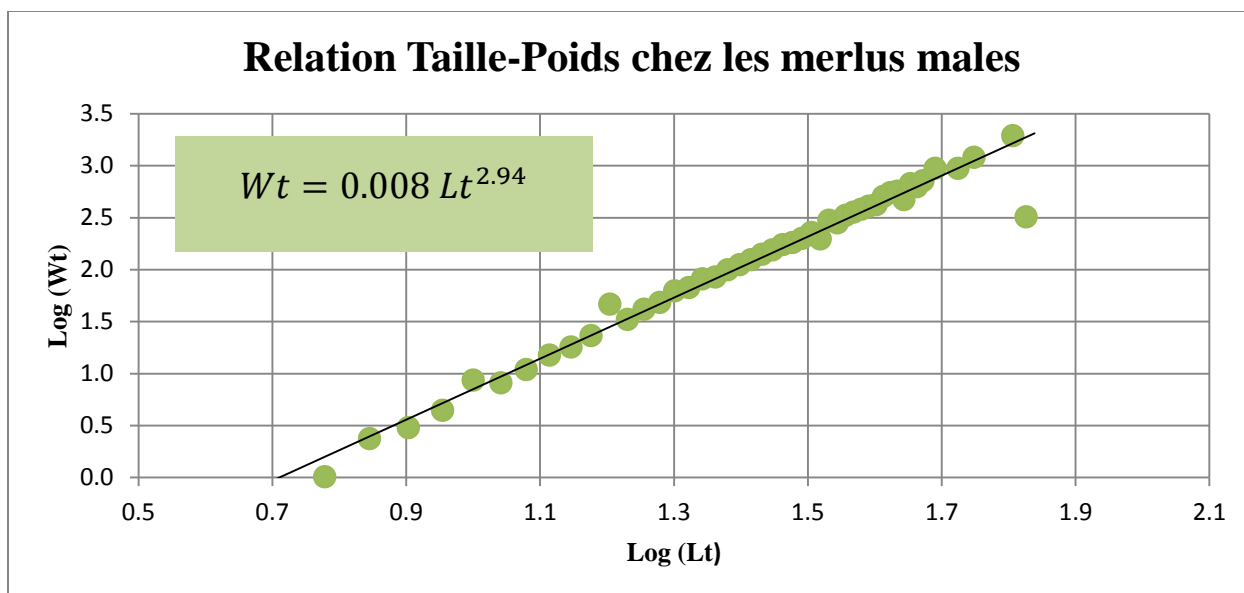


Figure 34 : Relation taille-poids chez les merlus mâles (1219 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) et Lt (cm).

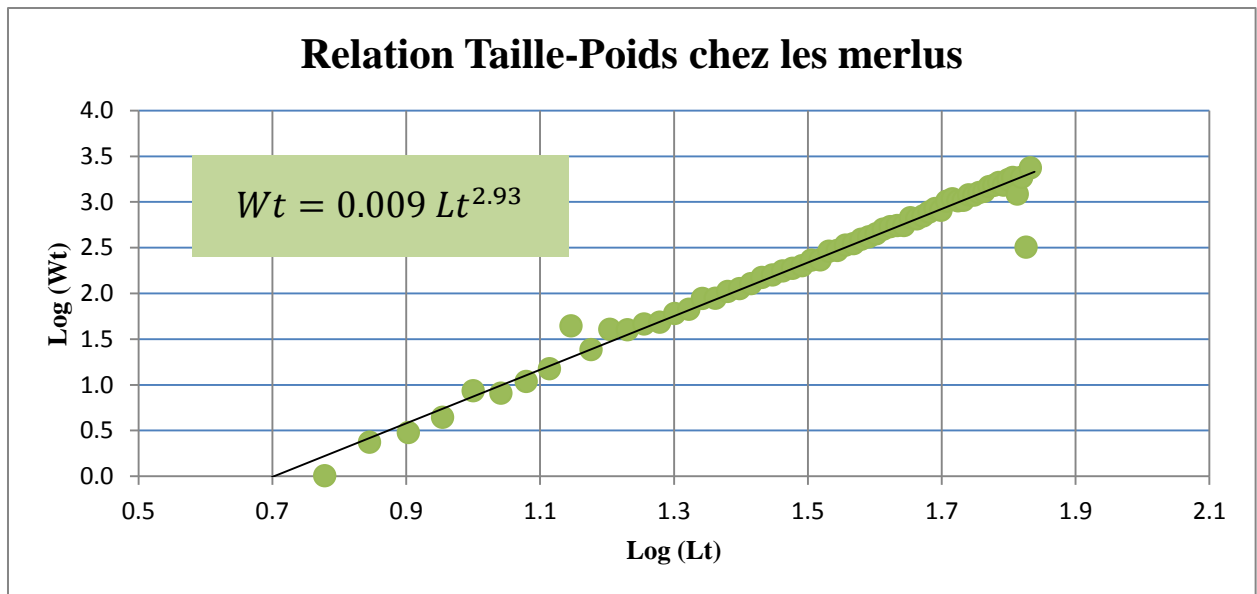


Figure 35 : Relation taille-poids chez les merlus (2240 individus) de la baie de Bou-Ismaïl .Transformation logarithme base 10 : Wt (g) ; Lt (cm).

2.6. Croissance pondérale relative

A partir de l'équation de croissance linéaire : $Lt = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ et la relation Taille-Poids : $Wt = aLt^b$ on aboutit à l'équation de croissance pondérale de Von Bertalanffy suivante :

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

Les poids asymptotiques (W_{∞}) $W_{\infty} = aL_{\infty}^b$ ont été établis pour les deux sexes séparément et pour toute la population à sexes confondus. Les paramètres K et t_0 sont identiques à ceux calculés à partir de l'équation de croissance linéaire. Les équations obtenues figurent dans le **tableau 15**.

Tableau 15 : Paramètres de l'équation de croissance pondérale du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles + indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles + indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Sexe	Paramètres				Equations
	W_{∞} (g)	K (cm/an)	t_0 (an)	b	$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$
F+I	8330.75	0,11	-1.06	2.96	$W_t = 8330.75 [1 - e^{-0.11(t+1.06)}]^{2.96}$
M+I	7306.12	0.10	-1.20	2.94	$W_t = 7306.12 [1 - e^{-0.10(t+1.20)}]^{2.94}$
Total (F+M+I)	10084.47	0.10	-1.17	2.93	$W_t = 10084.47 [1 - e^{-0.10(t+1.17)}]^{2.93}$

La croissance pondérale des femelles tend vers une valeur asymptotique de 8330.75 g, en revanche chez les mâles, le poids asymptotique est de 7306.12 g. En comparaison des poids asymptotiques des mâles et des femelles pour notre période d'échantillonnage, on remarque que la valeur asymptotique chez les femelles est largement plus grande que celle des mâles.

La clé âge-poids a été établie pour les deux sexes et pour toute la population à sexes confondus, dont les poids moyens pour chaque âge ont été calculés (**Tableau 16**).

Tableau 16 : Clé âge-poids obtenue pour les merlus de la baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Groupe d'âge (année)	Wt théorique (g)		
	F+I	M+I	Total (F+M+I)
0	13.84	12.04	15.83
I	70.56	52.14	83.92
II	196.94	162.17	221.50
III	393.32	314.25	431.06

IV	653.42	-	706.94
V	966.47	-	1039.31

Nous remarquons que la croissance pondérale chez les femelles est plus importante que celle des mâles à partir du groupe d'âge **0**. La différence de poids s'accroît régulièrement pour être maximale chez les individus du groupe d'âge **III** : les femelles sont alors, en moyenne, plus lourdes que les mâles de 79.07 g.

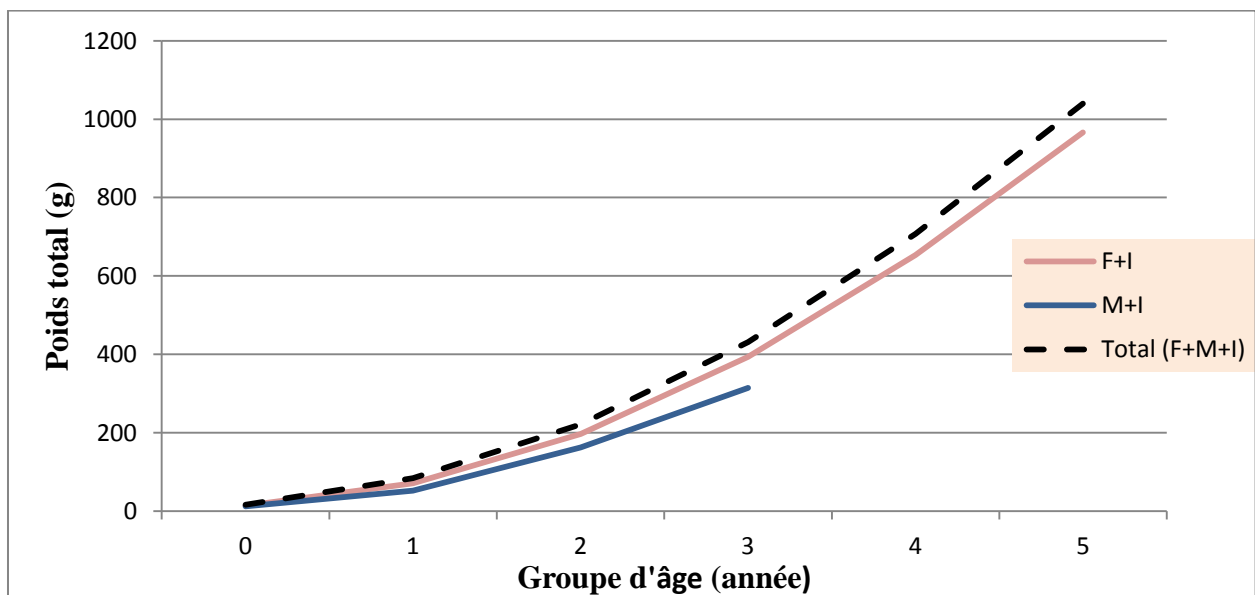


Figure 36 : Courbe théorique de croissance pondérale du *Merluccius merluccius* en baie de Bou-Ismaïl. F+I : femelles et indéterminés (1552ind) ; M+I : mâles et indéterminés (1219ind) ; Total : femelles+ mâles+ indéterminés (2240ind).

Discussion

L'estimation de l'âge du merlu (*Merluccius merluccius*) de baie de Bou-Ismaïl a été étudiée à travers la méthode des différences logarithmiques (Battacharya, 1967). Pour ce fait, ont été analysées les données de distribution de tailles obtenues durant les années 2010,2012 et 2017. Le modèle de Von Bertalanffy (1938) pour la croissance linéaire a été appliqué aux femelles, mâles et aux sexes confondus. Cette étude a révélé que les taux de croissance linéaire relatif à chaque sexe et à sexes confondus diminuent avec l'âge ; ils sont maximum pour les petites tailles (1-2 ans) à cause de la croissance rapide des jeunes individus par rapport aux plus âgés

ensuite, ils diminuent au fur et à mesure que la taille des poissons s'approche de la taille asymptotique (**Belhoucine, 2012**).

Nos résultats sont en accord avec de nombreux auteurs qui ont décrits pour le merlu européen, une croissance plus rapide des femelles, comparée à celle des mâles, aussi bien pour la population atlantique (**Casey et Pereiro, 1995 ; Pineiro et Sainza, 2003 ; Guichet, 1996**) que méditerranéenne (**Aldebert et Carries, 1989 ; Recassens et al., 1998**).

L'application du modèle de Von Bertalanffy dans ce présent travail donne des valeurs plus proches de celles observées. Si l'on considère les valeurs des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy trouvées dans les régions méditerranéennes voisines (**Tableau 17**), nous remarquons que nos résultats sont similaires. **Le test phi-prime (Φ')** a été utilisé pour comparer les paramètres de croissance linéaire **L ∞** et **K** estimés pour l'ensemble des sexes et sexe séparé avec ceux obtenus par d'autres études. En général, la comparaison par ce test montre des similitudes des différents Φ' calculés, avec des légères différences. Les Φ' collectés de la bibliographie, varient de 2.78 à 3.47. Ainsi, les paramètres de croissance calculés dans cette étude sont dans la gamme des estimations faites puisqu'ils varient de 3.11 à 3.23.

Selon **Belhoucine (2012)**, les légères différences entre les Φ' des paramètres de croissance estimés par les auteurs peuvent être expliqué par :

- les données d'échantillonnage (commerciales ou à partir des données de campagnes de prospection) ;
- La gamme de tailles des échantillons ;
- La période de l'échantillonnage (variations saisonnières et interannuelles) ;
- Les conditions hydroclimatiques et environnementales dominantes ;
- Caractéristiques de chaque zone et induisant des performances de croissance variables.

Comparativement à d'autres études réalisés au sein de la même région d'étude (Bou-Ismaïl), (**tableau 17**) l'estimation de Φ' est supérieure à celle calculés par **Bouaziz (1992)** ayant utilisant les otolithes, nos résultats sont conformes aux études de **Belhoucine (2012)** indiquant que pour la même région d'étude, les phi-prime issus de la lecture des otolithes

restent inférieures à ceux issus des fréquences de tailles et des techniques de marquage et recapture (**Belhoucine, 2012**).

Les résultats des paramètres de croissance obtenus dans ce travail, comparés à ceux d'autres auteurs obtenus dans différents secteurs géographiques de distributions de l'espèce *Merluccius merluccius* s'avère un peu difficile en raison des différentes approches méthodologiques adoptées (Analyse des fréquences de tailles, lecture des otolithes et marquage- recapture). Cependant, l'estimation par sexe de la vitesse de croissance **K** de l'équation de Von Bertalanffy en Méditerranée est proche de celle calculée par **Bouaziz et al. (1998)** dans la même zone d'étude (Bou-Ismail) et celle du **Recasens et al. (1998)** dans le Golfe de Lion.

L'analyse du **tableau 17** nous indique que la croissance linéaire du merlu est plus rapide en Atlantique Nord (baie de Biscaye et Espagne) qu'en Méditerranée.

Tableau 17 : Comparaison des paramètres de croissance linéaire de Von Bertalanffy (L_{∞} , K , et t_0) et test phi-prime (ϕ') obtenus par différents auteurs, par zone, pour l'ensemble des sexes et sexe séparé du *Merluccius merluccius*.

Zone	Région	Référence	La méthode d'estimation	Sexe	L_{∞}	K	t_0	ϕ'
Atlantique	Golfe de Gascogne (Stock Nord)	Décamps et Labastie (1978)	-	Combiné	108	0.21	0.12	3.37
	Golfe de Gascogne (Stock Sud)	Iglesias et Dery (1981)	-	Combinés	83	0.148	-0.42	3.01
				Males	11.6	0.098	-0.51	3.12
				Femelles	64.3	0.150	-1.03	2.79
	Golfe de Gascogne	ICES (1993)	-	Combinés	127.5	0.073	-1.130	-
	Golfe de Gascogne	Lucio <i>et al.</i> (2000)	-	Combinés	110.0	0.124	-0.45	-
	Nord Est	Godinho	-	Combinés	110.6	0.08	-0.97	2.99

	Atlantique	(2001)						
	Espagne	Pinéro et Sainza (2003)	-	Combinés	88.0	0.128	-1.17	2.99
				Males	70.0	0.184	-0.97	2.96
				femelles	89.0	0.130	-1.15	3.13
	Golfe de Gascogne	Pontual <i>et al.</i> (2006)	-	Combinés1	89.0	0.326	-	3.47
				Combinés2	110.0	0.250	-	3.48
				Males	80.0	0.436	-	-
				Femelles	110.0	0.261	-	-
	Atlantique centre-Maroc	El Habouz <i>et al.</i> (2011)	-	Combinés	115.4	0.14	-0.91	3.27
	Méditerranée	Iles Baléares	Oliver (1993)	-	Combinés	94.2	0.086	-0.59
Males					48.72	0.321	-0.07	2.88
Femelles					126.9	0.184	-0.04	3.47
Golfe de Lion		Recasens <i>et al.</i> (1994)	-	Combinés	94.7	0.131	-0.12	-
				Males	72.8	0.149	-0.38	-
				Femelles	100.7	0.124	-0.35	-
Bou-Ismaïl		Bouaziz (1992)	Les otolithes	combinés	53.436	0.18	-0.44	2.71
centre de la côte algérienne		Bouaziz <i>et al.</i> (1998)	Fréquences de tailles	Males	100.7	0.124	-0.12	3.09
	Femelles			80.64	0.13	-0.44	2.93	

	Mer Adriatique	Ungaro <i>et al.</i> (2001)	Fréquences de tailles	Males	48.72	.032	-0.07	2.89
				Femelles	80.64	0.13	-0.44	2.92
	Espagne	Garcia-Rodriguez et Esteban (2002)	-	Males	75.7	0.15		2.93
				femelles	82.6	0.13		2.95
	Espagne	Mariano <i>et al.</i> (2002)	Les otolithes	Combinés	106.8	0.20	0.003	3.36
				Males	94	0.27	0.19	-
				Femelles	103.9	0.21	0.031	-
	Méditerranée Centrale	Colloca <i>et al.</i> (2003)	Marquage-recapture	Males	93	0.20	-0.09	3.24
				Femelles	108	0.21	0.12	3.37
	Golfe de Lion	Mellon-Duval <i>et al.</i> (2010)	-	Males	45.7	0.40	0.10	-
				Femelles	93.2	0.13	-0.35	-
	Baie d'Oran	Belhoucine (2011)	Marquage-recapture	Combinés	59.27	0.30	-0.70	2.90
				Males	51.45	0.23	-0.001	3.18
				Femelles	59.27	0.22	-0.823	2.89
Bou-Ismaïl	Présente étude	Fréquences de tailles	Combinés	121.90	0.10	-1.17	3.17	
			Males	113.60	0.10	-1.20	3.11	
			femelles	124.46	0.11	-1.06	3.23	

Pour toutes les courbes de la relation Taille-Poids, les points expérimentaux s'ordonnent à peu près autour de la courbe théorique, ceci s'explique par le fait que les valeurs du coefficient de

corrélation sont élevées. Ceci démontre que les différentes équations établies traduisent convenablement la relation entre les poids totaux et les longueurs totales.

La comparaison des pentes des relations Taille-Poids par rapport à la valeur 3, nous permet de souligner que la croissance pondérale relative est minorante pour les deux sexes et aussi pour l'ensemble de la population à sexes confondus, ce qui signifie que chez le merlu européen de la baie de Bou-Ismaïl, le poids croît moins vite que la longueur. Il présente une croissance pondérale inférieure à sa croissance en taille.

Dans le but d'une comparaison avec les résultats d'autres auteurs, on considère la population dans sa totalité, nos résultats rejoignent ceux de **Morey et al. (2003)** dans la Méditerranée occidentale, **Sangun et al. (2007)** dans la côte Nord-Est Méditerranéenne (Turquie) et **Pineiro et Sainza (2003)**. En revanche, **Moutopoulos et Stergio (1998, 2002)** en Grèce et **Ozaydin et Taskavak (2006)** en Turquie ont montré que la relation longueur-poids chez *Merluccius merluccius* présente une allométrie majorante ; alors que **Bouaziz et al. (1998)** dans le centre de la côte algérienne et **Bouhlal (1973)** dans le golfe de Tunis ont indiqué une isométrie chez la même espèce.

Conclusion générale

A l'issue de ce travail, nous avons pu obtenir un certain nombre de résultats concernant la distribution spatio-temporelle du Merlu (*Merluccius merluccius*, Linnaeus 1758), ainsi que de leur biologie de croissance.

Le SIG et les analyses statistiques effectués ont permis de mettre en évidence les variations spatio-temporelles des densités et des biomasses du *Merluccius merluccius* dans la baie de Bou-Ismaïl. Les résultats obtenus permettent de mettre en évidence que:

- Les densités des merlus dans la baie de Bou-Ismaïl présentent une forte variabilité temporelle entre 1982 et 2003/2004, probablement due à la surexploitation ;
- La distribution spatiale des densités et biomasses est fortement liée à la profondeur ;
- Les zones de plus forte abondance de merlu se situaient approximativement entre 100 et 200 mètres de profondeur ;
- Le merlu présente une abondance limitée dans les eaux plus profondes que 500 mètres.

L'étude de la variabilité des tailles et sexes des merlus capturés à différentes périodes et en différentes zones bathymétriques dans la baie de Bou-Ismaïl a montré que :

- La répartition du merlus en fonction de la profondeur est en lien direct avec sa taille, les jeunes peuplent les eaux côtières et les adultes se tiennent d'autant plus au large qu'ils sont âgés ;
- Les femelles dominent sur les fonds compris entre 50 et 100 mètres, les proportions de mâles et de femelles sont proches sur la partie supérieure du talus 200 -500 mètres alors que beaucoup moins de mâles sont observés sur la partie inférieure 500-800 mètres ;
- La répartition bathymétrique de merlu européen est liée au cycle biologique de l'espèce ;
- La surexploitation du merlu européen peut avoir des conséquences sur la structure démographique. En effet, une diminution très importante des tailles moyennes et maximales des individus ainsi que de la proportion de femelles a été observée au cours des années 1982, 2003 et 2004.

L'étude de l'âge et la croissance chez les merlus de la baie de Bou-Ismaïl, met en évidence que :

- la croissance est différentielle entre les deux sexes. Les femelles croissent plus rapidement que les mâles. Cette différence se manifeste dès la première année de leur vie et demeure toujours en faveur des femelles ;

- La croissance du merlu de la baie de Bou-Ismaïl, vérifie l'hypothèse d'une croissance rapide démontrée auparavant dans d'autres zones de distribution aussi bien en Méditerranée qu'en Atlantique nord ;

Afin de protéger les stocks du merlu européen de la surexploitation, nous émettons les remarques et les recommandations suivantes:

- Réduction des quotas de pêche pour certaines espèces menacées tel que le Merlu et limitation du nombre de jours de pêche ;
- Elaboration de fiches techniques adéquates des efforts de pêche et de la production ;
- Réglementer l'accès aux zones de pêche et l'usage des ressources vivantes de la mer ;
- Améliorer la sélectivité des engins de pêche ;
- Passer de la gestion des pêches à la gestion de la bande côtière.

Enfin nous rappelons que ce type d'étude, doit s'inscrire sur une longue durée et doit reposer sur des statistiques fiables et exploitables si l'on veut gérer rationnellement les ressources halieutiques et assurer un développement durable du secteur de la pêche tout en veillant sur la préservation des écosystèmes et de la biodiversité.

Le grand enjeu socioéconomique de l'exploitation des ressources halieutiques en Algérie, de part l'étendue de la surface exploitable (1200Km de côtes) que de l'importance des stocks pour certaines espèces (pélagiques) peu exploités encourage à s'inscrire dans une logique de développement des sciences halieutiques et à encourager la recherche dans le domaine sur tout le littoral algérien.

Références bibliographiques

- Abella, A. J., Auteri, R., et 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.
- Abella, A. J., Caddy, J.F., et Serena, F., 1997** - Do natural mortality and availability decline with age? An alternative paradigm for juvenile fisheries, illustrated by the hake *Merluccius merluccius* fishery in the Mediterranean. *Aquat. Living. Resour.* 10 : 257-269.
- Abella, A., Serena, F., et Ria, M., 2004** - Distributional response to variations in abundance over spatial and temporal scales for juveniles of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean Sea. *FISH*, 1797 : 1–16.
- Aldebert, Y. et Carriès, 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 l'analyse des fréquences de taille. *Rapport de la Commission Internationale sur la Mer méditerranée*,. *Merluccius merluccius* in the Gulf of Lions (Northwestern Mediterranean). *Aquat. Living Resour.* 34: 236-236.
- Aleman, F. et Oliver, P., 1995** - Growth of female hake in the Balearic Sea: a proposal of new growth model with higher growth rates. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 10: 51-52.
- Alheit, J. et Pitcher, T.J., 1995** – Hake. Fisheries, Ecology and Markets. *Fish and Fisheries Series* 15. Chapman and Hall, London.
- Alvarez, P., Fives, J., Motos, L. et Santos, M., 2004** - Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions. *Journal of Plankton Research*, 26: 811-826.
- Alvarez, P., Motos, L., Uriarte, A. et Engana, J., 2001** - Spatial and temporal distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. *Fisheries Research*, 50: 111-128.
- ArcGIS Ressources.** ESRI. <http://resources.arcgis.com>.
- Bachari, H., 2009** – Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'imagerie satellitaire. *Thèse de doctorat en sciences de l'univers et environnement*. Univ.Paris. p236.

- Battacharya. G. G., 1967** – A simple method of resolution a distribution in to Gaussian. *Componients biométries*. 23(1), 115-135p.
- Beamish, F. W. H., 1966** - Vertical migration of demersal fish in the northwest Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 23: 109-139.
- Belhoucine, F., 2012** – Etude de la biologie de la croissance et de la reproduction d'un poisson téléostéen le merlu (*Merluccius merluccius* L., 1758) et son utilisation comme indicateur biologique de la pollution par les métaux lourds (Zinc, Plomb et Cadmium) dans la baie d'Oran. *Thèse de Doctorat*. Univ. Oran : 203p + annexes.
- Belloc, G., 1935** - Etude monographique du merlu (*Merluccius merluccius* L.) 3eme partie. *Revue Trav. Off. (Scienc. Tech.) Pech. Mar.*, 8: 145-202.
- Belon, P., 1553** - Petri Bellonii Cenomani De aquatilibus, libri duo : cun eiconibus ad vivam ipsorum effigiem, quoad ejus potuit, expressis. *Apud Carolum Stephanum, Parisiis*. 448 pp.
- Bertalanffy, L. Von, 1938** –A quantitative theory of organic growth. *Hum.Biol.*, 10:181-213.
- Betatache et Outmani., 2007**- le niveau d'exploitation de quelques espèces de poissons et statistiques de débarquement dans le golfe de Bejaia.
- Bodiguel, X., 2008** - Caractérisation et modélisation des processus de bioaccumulation des PCB chez le merlu (*Merluccius merluccius*) du golfe du Lion. *Thèse de Doctorat*. Univerdité Montpellier I. 165p +annexes.
- Bouaziz, A., 1992** - Le merlu (*Merluccius merluccius mediterraneus*, Cadenat 1950) de la baie de Bou Ismaïl: biologie et écologie [The hake of the Gulf of Bou Ismaïl: biology and ecology]. *Thèses Magister Océanogr.*, Enssmal (Alger): 85 p. + annexes.
- Bouaziz, A., Semroud, R., Djabali, F., et Maurin, C., 1998** - Estimation de la croissance du merlu *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) de la région centre de la côte algérienne par analyse des fréquences de tailles. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 35 : 35- 41.
- Bouhlal, M., 1973** – Le merlu des côtes nord de la Tunisie : Etude économique et biologique. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salambo*, 2(4): 579- 603.
- Bowman, R. et Bowman, E. W., 1980** - Diurnal variation in the feeding intensity and catchability of the silver hake (*Merluccius bilinearis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1562-1572.

- Bozzano, A., Recasens, L. et Sartor, P., 1997** - Diet of the European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean (Gulf of Lion). *Sci. Mar.*, 61: 1-8.
- Caddy, J.F., 1993** – Towards a comparative evaluation of human impacts on ® sheries ecosystems of enclosed and semi- *enclosed seas*. *Rev. Fish. Sci.*1:57-95.
- Campo, D., Machado-Schiaffino, G., Perez, J., et Garcia-Vazquez, E., 2007**- Phylogeny of the genus *Merluccius* based on mitochondrial and nuclear genes. *Marine Genomics*, 406(1-2): 171–179.
- Casarino, B. et Motos, L., 1996** - Identification and distribution of hake *Merluccius merluccius* (L.) eggs and larvae in Bay of Biscay waters. Annex to the first SEFOS *Annual Report*.
- Casey, J. et Pereiro, J.A., 1995** - European hake (*M. merluccius*) in the North-east Atlantic. In: Alheit J., Pitcher T. (eds) *Hake : Biology, Fisheries and Markets*. Chapman & Hall, London, p125-147.
- Cavignaux, G., 2009** – *Merluccius merluccius* , <https://doris.ffesmm.fr> .
- Chapela, M.j., Sotelo, C.G., Perez-Martin, R.I., Pardo, M.A., Perez-Villareal, B., Gilardi, P. et Riese, J., 2007** – Comparison of DNA extraction methods from muscle of canned tuna for species identification. *Food Control*. 18(10): 1211– 1215.
- Chavance, P et Girardin, M., 1986** – Niveau d’exploitation en 1982 et potentialités régionales de la pêche chalutière algérienne: application d’un modèle de production composite. *FAO Rapp. Sur les pêches*, 347, pp.113-134.
- Cimmaruta, R., Bondanelli, P. et Nascetti, G., 2005** - Genetic structure and environmental heterogeneity in the european hake (*Merluccius merluccius*). *Molecular Ecology*, 14(8), 2577-2591.
- Colloca, F., 1999** - *Merluccius merluccius*. In: Relini, G., Bertrand, J.A., Zamboni, A.(eds.) *Synthesis of knowledge on bottom fishery resources in central Mediterranean (Italy and Corsica)*. *Biol. Mar. Medit.* 6(1):259-270.
- Dagnelie, P., 1992** – *Statistique théorique et appliquée*. Les Presses Agronomiques de Gembloux, p492.
- De Pontual, H., Jolivet, A., Garren, F., Bertignac, M. et Fablet, R., 2008** – First archival tagging on European hake. Ifremer Brest, *dpt Sciences et Technologies Halieutiques*.

Denegre, J. et Salge, F., 1996 - Les systèmes d'informations géographiques. Que sais-je ? PUF (Paris), p128.

Dominguez, P. R., Alonso-Fernandez, A. et Saborido-Rey, F., 2008 – Reproductive strategy and ovocyte recruitment process of European hake (*Merluccius merluccius*) in Galician shelf waters. *Cybium*, 32(2): 317-318.

Domínguez-Petit, R., Saborido-Rey, F. et Medina, I., 2009 - Changes of proximate composition, energy storage and condition of European hake (*Merluccius merluccius*, L. 1758) through the spawning season, *Fish. Res.* Doi: 10.1016/j.fishres.2009.05.016. *IISN*. 0165-7836.

Druon J.N., Fiorentino F. et Murenu M., 2015- Modelling of European hake nurseries in the Mediterranean Sea: an ecological niche approach. *Prog. Oceanogr.* 130: 188-204.

Durieux, B., 2011- Variabilité de paramètres biologiques du merlu dans le Golfe du Lion : effets indirects de la pêche. *Mémoire de Master professionnels*. Université de la Méditerranée.

El Habouz, H., Recasens, L., Kifani, S., Moukrim, A., Bouhaimi, A. et El Ayoubi, S., 2011 – Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. *Scientia Marina* 75(3), 447-454.

FAO, 2005 – Review of the state world marine fishery. FAO Fish. Tech. Pap. 457: 235p.

FAO, 2007- Rapport N° 856 sur les pêches : dixième session du comité scientifique consultatif Nicosie, Chypre, 22 – 26 octobre 2007.

FAO, 1986 – Rapport du groupe de travail spécial sur les pêcheries de merlus et de crevettes profondes dans la zone nord du COPACE. IEO, Santa.Cruz de Tenerife, Espagne. 2-5 Mai 1984. *FAO COPACE/PACE Series* 86/83.

FAO, 1990 – Rapport du groupe de travail sur les merlus et les crevettes des eaux profondes dans la zone du COPACE. *FAO COPACE/ PACE Series*. 90/51 : 249p.

FAO, 2010 – Rapport du Groupe de travail FAO/COPACE sur l'évaluation des ressources démersales – sous groupe Nord. Banjul, Gambie, 6-14 novembre 2007.

Fariña, A. C. et Fernández, A., 1986 - Datos biológicos de la merluza del oeste de Irlanda", *Ciencia y Tecnología*. 47 :1-13.

Farrugio, H., 1992- Echantillonnage. Document préparé pour le comité des vertébrés marins et Céphalopodes, Trieste.

- Ferraton, F., Harmelin-Vivien, M., Mellon-Duval, C. et Souplet A., 2007** – Spatiotemporal variation in diet may affect condition and abundance of juvenile European hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). *MEPS*, 337: 197-208.
- Fives, J.M., Acevedo, S., Lloves, M., Whitaker, A., Robinson, M. et King, P.A., 2001** - The distribution and abundance of larval mackerel, *Scomber scombrus* L., horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.), hake, *Merluccius merluccius* (L.), and blue whiting, *Micromesistius poutassou* (Risso, 1826) in the Celtic Sea and west of Ireland during the years 1986, 1989 and 1992. *Fisheries Research*, 50: 17-26.
- Ford-Walford, 1946** - A new graphical method of describing the growth of animal. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*
- Godinho, M.L., Afonso, M.H. et Morgado, C., 2001** – Age and growth of hake *Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758 from the Northeast Atlantic (ICES Division 11a). *Boletín Instituto Espanol de Oceanografía*. 17: 255- 262.
- Google earth pro, 2020** - Bou-Ismaïl, Algérie. SIO, NOAA, U.S.Navy, NGA, GEBCO. Maxar Technologies 2020. <http://www.earth.google.com> (Juin 13, 2020).
- Goni, R., Adlerstein, S., Alvarez, F., Garcia, M., Sánchez, P., Sbrana, M., Maynou F. et Viva, C., 2004** - Recruitment indices of European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus 1758), in the Northwest Mediterranean based on landings from bottom-trawl multispecies fisheries. *ICES J. Mar. Sci.*, 61: 760-773.
- Guichet, R., 1995** - The diet of European hake (*Merluccius merluccius*) in the northern part of the Bay of Biscay. *ICES J. Mar. Sci.*, 52: 21-31.
- Guichet, R., 1996** - Le merlu européen (*Meluccius merluccius* L.). *RIDRV*. 96 - 04: 55p
- Haddouche, I., 2003** – Etude de la pollution en baie de Bou-Ismaïl par les sels nutritifs et les métaux lourds en juillet 2002. *Mémoire d'ingénieur* I.S.M.A.L.
- Harchouche K., 2006** – Contribution à la systématique du genre *Spicara* ; écologie, biologie et exploitation de *Spicara maena* (Poisson , Téléostéen) des côte algérienne. *Thèse de doctorat d'état*, U.S.T.H.B., Alger: 230 p.
- Hickling, C. F., 1933** - The natural history of the hake. Part III. Seasonal changes in the condition of the hake. *Fishery Investigations of Ministry of Agriculture and Fisheries. Series II*, XII (1).

- Holden, M. J. et Raitt, D. F. S., 1974** - Manuel des sciences halieutiques. Deuxième partie. Méthodes et recherches sur les ressources et leur application. *Doc. Tech. FAO. Pêches Rev.*, 115(1): 223p
- ICES, 2006** - Report of the Working Group on the Assessment of Hake; Monk and Megrim (WGHMM).
- Imziridou, A. et Triantaphyllidis, C., 1999** - Developing and Applying Molecular Techniques to Differentiate Between the Atlantic and Mediterranean Hake (*Merluccius merluccius*) As a Case of Study. European Commission. *Technical Note* N° 1: 99.102.
- ISTPM, 1982**. Evaluation des ressources halieutiques de la marge continentale algérienne. Stocks pélagiques-Stocks démersaux exploitables au chalut. ISTPM (Nantes), 101p, annexes.
- Kartas, F. et Quignard, J.P., 1984** - La fécondité des poissons téléostéens. *Ed. Masson. Paris.*
- Kartas, F., 1981** - Les Clupéidés de Tunisie. Caractéristiques biométriques et biologiques. Etude comparée des populations de l'Atlantique est et de la Méditerranée. *Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Tunis, Faculté des sciences*, 1-608.
- Katsanevakis, S., Maravelias, C.D. et Damalas, D., 2009**- Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. *Fish. Oceanogr.* 18: 439-457.
- Khaouni, L., 2003** – Etude des variations spatio-temporelle des sels nutritifs et de l'oxygène dissous en baie de Bou-Ismaïl. *Mémoire d'ingénieur. I.S.M.A.L.*
- Khoufi, W., 2015** – Biologie, dynamique des populations et gestion des pêcheries de Merlu (*Merluccius merluccius*) en Tunisie. *Thèse de doctorat. Institut National Agronomique de Tunisie.*
- Korichi, H.S., 1988** - Contribution à l'étude biologique des deux espèces de Saurele : *Trachurus trachurus* (L, 1758) et *Trachurus méditerranéen* (Steidacher, 1868) et de la dynamique de *Trachurus trachurus* (L, 1758) en baie de Bou-Ismaïl. *Thèse Magistère. ISMAL*, 360p.
- Kraiem, M. M., 1994**. Systématique, biogéographie et bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes,
- Kvenseth, P.G., Skiftesvik, B. et Slinde, E., 1996** - Hake-next to be farmed. *In: Proceedings of the 1996 CalCOFI Symposium, Monterey, CA.*

- L.E.M. (Laboratoire d'Etude Maritime), 1998** - Etude de délimitation d'une zone d'extraction de sable en baie d'Alger. *Thèse de doctorat en environnement*. Univ.Paris.p30.
- Le Cren, E. D., 1951** – The length- weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca Fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Legendre, P. et Legendre, L., 1998** – Numerical Ecology, 2nd English edition. Elsevier Science BV, Amsterdam. Xv+853p.
- Leonart, J., Maynou, F., Recasens, L. et Franquesa, R., 2003**- A bioeconomic model for Mediterranean fisheries, the hake off Catalonia (western Mediterranean) as a case study. *Sci. Mar.* 67(Suppl. 1), 337– 351.
- Lloris, D. et Matallans, J., 2003** – Merluzas del mundo (Familia Merlucciidae) : Catalogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas.
- Lloris, D. Matallanas, J. et Oliver, P., 2005** - Hakes of the world (Family Merlucciidae). An annotated and illustrated catalogue of hake species known to date. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Rome, n 2: 57 pp.
- Lucio, P., Murua, H. et Santurtun, M., 2000** - Growth and reproduction of hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay during the period 1996 –1997. *Ozeanografika*, 3: 325–354.
- Mahe, K., Amara, R., Bryckaert, T., Kacher, M. et Brylinski, J. M., 2007** -Ontogenetic and spatial variation in the diet of hake (*Merluccius merluccius*) in the bay of Biscay and the Celtic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 64: 1210-1219.
- Massuti, E., Guijarro, B., Pomar, B., Fliti, K., Refes, W., Reghis, M., Zaghdoudi, S., Bouaïcha, M., Ait Ferroukh, B. et Zereb, N., 2003**- Informe de la campaña Argelia 0203-DP para la evaluación de recursos demersales profundos en las costas de Argelia (Mediterráneo Sud Occidental). IEO, MPRH, SGPM, 103p.
- Massuti, E., Ordinas, F., Guijarro, B., Pomar, B., Fliti, K., Refes, W., Zaghdoudi, S., Bouacha, M., Reghis, M., Miraoui, M., Naili, R. et Ait Ferroukh, B., 2004** -.Informe de la campaña Argelia 0204 para la evaluación de recursos demersales en las costas de Argelia (Mediterráneo Sud Occidental). IEO, MPRH, SGPM, 123p.
- Matallanas, J. et Oliver, P., 2003** – Merluzas Del Mundo (Familia Merlucciidae) Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. *F.A.O.*

- Maurin, C., 1954** - Etude comparative du "merlu blanc" (*Merluccius merluccius* L.) et du "merlu noir" (*Merluccius senegalensis* Cadenat). *Cons. int. Explor. Mer, Cons.* 19 No.3.
- Maurin, C., 1968** - Les merlus des côtes nord et nord-ouest d'Afrique (Atlantique et Méditerranée). *Ph.D. Thesis, Université de Nancy, France*. Meneses 99.
- Maynou, F., Leonart, J. et Cartes, J. E., 2003** - Seasonal and spatial variability of hake (*Merluccius merluccius*, L.) recruitment in the NW Mediterranean. *Fish. Res.*, 60: 65-78.
- Maynou, F., Olivar, M.P. et Emelianov, M., 2006** - Patchiness of eggs, larvae and juveniles of European hake *Merluccius merluccius* from the NW Mediterranean. *Fish. Oceanogr.*, 15: 390-401.
- Mellon-Duval, C., De Pontual, H., Métral, L. et Quemener, L., 2010** - Growth of hake (*Merluccius merluccius*) in the Gulf of Lions based on conventional tagging. *ICES J. Mar. Sci.*, 67: 62-70.
- Minvielle, E. et Souiah, S., 2003** – L'analyse statistique et spatiale – Statistiques, Cartographie, Télédétection, SIG. Editions du Temps (Nantes), 284p.
- Morales-Nin, B. et Moranta, J., 2004** - Recruitment and post-settlement growth of juvenile *Merluccius merluccius* on the western Mediterranean shelf. *Sci. Mar.*, 68: 399-409
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F. et Morales-Nin, B., 2003**- Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean Fisheries Res., 62: 89-96.
- Moutopoulos, D.K. et Stergiou, K., 1998** – Length-weight and length relationships for seven fish species of the Aegean Sea. Proceeding of the 20th Meeting of the Hellenic Society of Biological Sciences 20: 207-208.
- Moutopoulos, D.K. et Stergiou, K., 2002**- Length-weight and length relationships of fish species of the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.*, 18 : 200- 203.
- MPRH, 2009**- Rapport annuelle des activités de pêche et de l'aquaculture de l'année 2009, Ministère de Pêche et des Ressources Halieutiques, pp.102.
- Munro, J. L. et Pauly, D., 1983** – A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1 (1): 5-6.
- Murua, H., 2010** - The Biology and Fisheries of European Hake, *Merluccius merluccius*, in the North-East Atlantic. In Michael Lesser editor: *Advances in Marine Biology* - 58, Burlington: *Academic Press*, 2010, pp. 97-154.

- Murua, H., Lucio, P., Santurtún, M. et Motos, L., 2006** - Seasonal variation in egg production and batch fecundity of European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *J. Fish. Biol.*, 69:1304-1316.
- Murua, H., Motos, L. et Lucio, P., 1998** - Reproductive modality and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius* L.) in the bay of Biscay. *CalCOFI Rep.*, 39: 196-203.
- O'Brien, B., 1986** - The distribution and community structure of larval and postlarval fish and chaetognaths off the West Coast of Ireland. *Thesis Doctoral*. University College Galway.
- Olivar, M. P., Quilez, G. et Emelianov, M., 2003** - Spatial and temporal distribution and abundance of European hake, *Merluccius merluccius*, eggs and larvae in the Catalan coast (NW Mediterranean). *Fish. Res.*, 60: 321-331.
- Oliver, P., Massuti, E., 1995**. Biology and fisheries of Western 787 Mediterranean hake. In: Pitcher, T.J., Alheit, J. (Eds.), Hake. 788 Fisheries, Ecology and Markets. Chapman and Hall, Fish and 789 *Fisheries Ser.*, 15, pp. 181–202.
- Orsi-Relini, L., Papaconstantinou, C., Jukic-Peladic, S., Souplet, A., Gil de Sola, L., Piccinetti, C., Kavadas, S. et Rossi, M., 2002**- Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius* smiridus Rafinesque, 1810) (Osteichthyes : Gadiformes) based on six years monitoring by trawl surveys: some implications for management. *Sci. Mar.*, 66(Suppl.2):21-38.
- Ozaydin, O. et Taskavak, E., 2006** – Length- weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Acta Adriatica*, 47 (2): 211-216.
- Papaconstantinou, C. et Stergiou, K., 1995**. Biology and fisheries of eastern Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). In: Alheit J., Pitcher T. (eds), Hake: Biology, Fisheries and Markets. Chapman & Hall, London, pp. 149-180.
- Papaconstantinou, C. et Caragitsou, E., 1987**- Preliminary study of the trophic relationship of red mullet (*Mullus barbatus*) off the western coast of Greece. *Proceedings of 2nd Congress Oceanography et Fisheries.*, 2 : 577-583.
- Pauly, D. et Munro, J.L., 1984** – Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2 : 21 -21
- Pauly, D., 1985** – Quelques methods simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux *FAO , Doc. Tech.Peches*, (234) : 56p
- Pauly, D. et Moreau, J., 1997**- Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Cépaduès Editions, Toulous. 288 p.

- Pauly, D., 1997** - Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Toulouse, CEPADUES éd., 288 p.
- Perez, N. et Pereiro, F.J., 1985** - Aspecto de la reproducción de la merluza (*Merluccius Merluccius* L.) de la plataforma gallega y cantabrica. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* **2**(3): 39-47.
- Pineiro, C. et Sainza M., 2003** - Age estimation, growth and maturity of the European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 1086-1102.
- Pornon, H., 1992** – Les SIG: Technologies et mise en œuvre. Hermès (Paris), 175p.
- Recasens, L., Lombarte, A., Morales-Nin, B. et Torres, G. J., 1998** – Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the N-W Mediterranean. *J. Fish. Biol.*, 53: 387-401.
- Refes, W., 2011** – Contribution à la connaissance de la biodiversité des fonds chalutables de la cote algérienne : les peuplements ichtyologiques des fonds chalutables du secteur oriental de la cote algérienne. *Thèse de doctorat*, Université de Annaba. 221p+ annexes.
- Sangun, L., Erhan, A. et Mustafa, 2007** – Weight-length Relationships for 39 Fish Species from the North-Eastern Mediterranean Coast of Turkey. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* **7** : 37-40.
- Sarano, F., 1983** - La reproduction du merlu *Merluccius merluccius* (L), Cycle ovarien et fécondité. Cycle sexuel de la population du golfe de Gascogne. *Thèse de doctorat*, Université de Poitiers : 305p.
- Schwartz, D., 1993** - Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. Ed. Flammarion ; *Coll. Stat. Biol. En Médecine* : 306p.
- Sparre, P., et Venema, S.C., 1996**- Introduction à l'évaluation des stocks des poissons tropicaux. Première partie : Manual. FAO *DOC. Tech sur les pêches*, 306 (1), Rome.401p.
- Swan, S.C., Geffen, A.J., Morales-Nin, B., Gordon, J.D.M., Shimmield, T., Sawyer, T. et Massuti, E., 2006** - Otolith chemistry: an aid to stock separation of *Helicolenus dactylopterus* (bluemouth) and *Merluccius merluccius* (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. *ICES J. Mar. Sci.* 63(3): 504-513.
- Wacquand, C., 2010** - Détail de la bouche du *Merluccius merluccius*, <https://doris.ffesm.fr/>

Annexes

Tableau 1 : Position géographique et caractéristiques des traits réalisés dans la baie de Bou-Ismaïl par la Thalassa, le M.S.Benyahia et le Visconde de Eza.

Navire	N°	Date	Zone	Latitude	Longitude	Profondeur	Latitude	Longitude	Profondeur	Durée du trait	Surface
Thalassa	73	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°42,7N	2°20,3E	261	36°43,8N	2°24,7E	334	60	116575
Thalassa	74	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°44,1N	2°29,2E	277	36°43N	2°33,9E	253	60	123416
Thalassa	75	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°43,5N	2°37,7E	245	36°46,2N	2°41,4E	235	60	126318
Thalassa	76	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°48,3N	2°44E	252	36°50,4N	2°48,9E	261	60	139735
Thalassa	77	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°51,9N	2°49,1E	351	36°50,6N	2°45E	367	60	110792
Thalassa	78	14-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°43,2N	2°37,6E	226	36°45,7N	2°40,6E	243	60	109152
Thalassa	79	15-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°53,6N	2°46E	530	36°52,4N	2°42,1E	565	60	105017
Thalassa	80	15-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°54,4N	2°44,6E	647	36°54,8N	2°40,6E	635	60	108145
Thalassa	81	15-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°53,6N	2°41,1E	607	36°54N	2°37,2E	631	60	113342
Thalassa	82	15-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°54N	2°37,6E	631	36°51,5N	2°35,5E	647	60	94820
Thalassa	83	15-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°50,3N	2°38,4E	552	36°49,N	2°34,9E	562	60	97071
Thalassa	84	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°47,4N	2°37,7E	405	36°49,7N	2°41,6E	410	60	122057
Thalassa	85	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°48,6N	2°38,1E	469	36°46,9N	2°34,7E	459	60	101007
Thalassa	86	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°41,4N	2°23,6E	92	36°41,5N	2°26,1E	75	30	66462
Thalassa	87	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°38,7N	2°26,5E	60	36°37N	2°27,8E	50	30	66462
Thalassa	88	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°40,2N	2°30,5E	107	36°40,5N	2°32,9E	126	30	64232
Thalassa	89	16-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°42,1N	2°34,1E	183	36°42,5N	2°36,5E	145	30	65785
Thalassa	90	17-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°38,1	2°33,8E	91	36°38N	2°31,5E	90	30	62849
Thalassa	91	17-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°37,2N	2°33,9E	73	36°37,6N	2°36,2E	68	30	62666
Thalassa	92	17-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°37,1N	2°35,8E	57	36°38,1N	2°37,7E	59	30	60893
Thalassa	93	17-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°41N	2°38,8E	99	36°39,6N	2°37,1E	99	30	65086
Thalassa	94	17-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°43N	2°45,6E	42	36°43,5N	2°46,5E	63	18	29064
Thalassa	95	18-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°45,4N	2°41,6E	166	36°46,9N	2°43,5E	157	30	71277
Thalassa	96	18-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°44,3N	2°47,4E	43	36°45,7N	2°49E	49	30	63293
Thalassa	97	18-82- سبتمبر	Bou-Ismaïl	36°47,8N	2°51,9E	44	36°47,6	2°51,7E	45	6	8570
Visconde de Eza 2003	1	08-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°50,399N	2°50,127E	249	36°49,158N	2°46,682E	248	/	/
Visconde de Eza 2003	2	08-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°50,540N	2°43,069E	441	36°48,38N	2°39,767E	450	/	/
Visconde de Eza 2003	31	16-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°52,401N	2°41,987E	573	36°50,566N	2°38,880E	556	/	/
Visconde de Eza 2003	32	16-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°49,760N	2°38,717E	528	36°50,968N	2°41,241E	517	/	/
Visconde de Eza 2003	33	16-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°51,059N	2°36,928E	595	36°53,381N	2°39,651E	607	/	/
Visconde de Eza 2003	34	16-03- مارس	Bou-Ismaïl	36°50,799N	2°45,754E	361	36°51,527N	2°47,309E	370	/	/
Visconde de Eza 2004	1	07-04- فيفريه	Alger	36°48,443	2°38,889	437	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	2	07-04- فيفريه	Alger	36°53,690	2°40,911	600	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	3	09-04- فيفريه	Alger	36°44,544	2°40,378	169	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	4	09-04- فيفريه	Alger	36°42,905	2°34,225	252	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	5	09-04- فيفريه	Alger	36°41,761	2°35,692	153	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	6	09-04- فيفريه	Alger	36°40,133	2°36,396	104	/	/	/	/	/

Visconde de Eza 2004	7	09-04- فيفرييه	Alger	36°47,815	2°39,762	357	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	58	23-04- فيفرييه	Alger	36°49,774	2°32,765	738	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	59	23-04- فيفرييه	Alger	36°49,985	2°37,567	550	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	60	23-04- فيفرييه	Alger	36°52,675	2°43,408	524	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	61	23-04- فيفرييه	Alger	36°49,982	2°46,130	291	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	62	24-04- فيفرييه	Alger	36°37,844	2°36,542	66	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	63	24-04- فيفرييه	Alger	36°36,858	2°33,409	57	/	/	/	/	/
Vizonde de Eza 2004	64	24-04- فيفرييه	Alger	36°37,506	2°32,149	80	/	/	/	/	/
Vizconde de Eza 2004	65	24-04- فيفرييه	Alger	36°38,795	2°35,800	94	/	/	/	/	/
Vizonde de Eza 2004	66	25-04- فيفرييه	Alger	36°48,441	2°47,686	125	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	67	25-04- فيفرييه	Alger	36°50,064	2°50,937	187	/	/	/	/	/
Visconde de Eza 2004	69	25-04- فيفرييه	Alger	36°48,920	2°46,817	220	/	/	/	/	/
M.S.Benyahia	1	24-99- ديسمبر	Bou-Ismaïl	36°87,800	2°35,820	67.2	36°37,900	2°35,820	76.8	/	/
M.S.Benyahia	2	25-00- فيفرييه	Bou-Ismaïl	36°37,60	2°36,20	68	36°37,20	2°33,90	73	/	/
M.S.Benyahia	5	27-00- فيفرييه	Bou-Ismaïl	36°37,51	2°36,31	57	36°38,24	2°37,85	59	/	/

Annexe 2

Tableau 2 : Fréquences de tailles des merlus de la baie de Bou-Ismaïl au cours des années 2010,2012 et 2017. Pour l'étude de la croissance.

Total (F+M+I)			
CC (cm)	Z	lnZ	ΔlnZ
5	16	2.77	0.12
7	18	2.89	1.24
9	62	4.13	0.43
11	95	4.55	-0.07
13	89	4.49	0.34
15	125	4.83	0.05
17	131	4.88	-0.13
19	115	4.74	0.68
21	228	5.43	0.22
23	284	5.65	-0.31
25	208	5.34	-0.33
27	150	5.01	-0.25

29	117	4.76	-0.46
31	74	4.30	-0.28
33	56	4.03	0.00
35	56	4.03	0.09
37	61	4.11	0.17
39	72	4.28	-0.61
41	39	3.66	0.19
43	47	3.85	0.12
45	53	3.97	-0.54
47	31	3.43	0.00
49	31	3.43	-0.30
51	23	3.14	-0.25
53	18	2.89	-0.06
55	17	2.83	-0.53
57	10	2.30	0.34
59	14	2.64	-0.15
61	12	2.48	0.00
63	12	2.48	-1.79
65	2	0.69	0.69
67	4	1.39	-1.39
69	0		0.00
71	1	0.00	0.00

$\Delta \ln Z = \ln Z(x+h) - \ln Z(x)$; Z : effectifs, h : intervalle de classe, x : centre de classe

Annexe3

FAO-ICLARM Outils d'évaluation des stocks II (FiSAT II)

FiSAT II est un logiciel qui consiste en méthodologies à utiliser avec un ordinateur, permettant aux usagers de formuler des options d'aménagement pour les pêches, plus spécialement dans les contextes tropicaux qui manquent de données.

FiSAT II a été développé pour des ordinateurs qui utilisent le système Microsoft Windows. La nouvelle version utilise l'interface graphique standard Windows.

FiSAT II a été développé principalement pour des analyses de données de fréquence de taille, mais permet également d'autres types d'analyses sur les données de taille-âge, de captures par âge, sélection et autres.

FiSAT (Outils d'évaluation des stocks de la FAO/ICLARM) est un produit résultant de la fusion de LFSA (Evaluation des stocks basée sur les fréquences de taille) développé par la FAO (Sparre, 1987) et ELEFAN (Analyse Electronique des Fréquences de taille) développé par l'ICLARM* (International Center for Living Aquatic Resources Management) (Gayanilo *et al.*, 1989). Toutes les routines dans le logiciel précédent et quelques autres routines nécessaires sont incluses dans FiSAT II.

Les descriptions de plusieurs modèles utilisés dans le logiciel peuvent également être retrouvées dans Pauly(1984a), Sparre et Venema (1992) et Gayanilo et Pauly,(1998).



Figure 1 : capture d'écran montre le numéro de la version du logiciel FISAT utilisé.

Annexe 4



Figure 2 : capture d'écran montre le numéro de la version du logiciel ArcGIS utilisé.

