

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Sciences de la Mer Option

: Halieutique

Thème :

**Dynamique et exploitation des formes teuthides
du genre *Loligo* : cas du *Loligo vulgaris*
Lamarck, 1798 dans la région algéroise**

Présenté par : LAADJAL Ahmed Raid

Soutenu le 02-07-2025, devant le jury composé de

Dr. Mokrane Zakia	MCA	Président
Dr. Kacimi Adel	MCB	Examineur
Dr. Kennouche Hanane	MCA	Encadreur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
de Master en Sciences de la Mer Option

: Halieutique

Thème :

**Dynamique et exploitation des formes teuthides
du genre *Loligo* : cas du *Loligo vulgaris*
Lamarck, 1798 dans la région algéroise**

Présenté par : LAADJAL Ahmed raid

Soutenu le 02-07-2025, devant le jury composé de

Dr. Mokrane Zakia	MCA	Président
Dr. Kacimi Adel	MCB	Examineur
Dr. Kennouche Hanane	MCA	Encadreur

Remerciement

Avant toute chose, nous tenons à remercier le bon Dieu, **Allah**, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté, la force et la patience pour mener à bien notre formation.

Ce mémoire n'aurait jamais été entrepris ni achevé sans l'assistance, les conseils, les orientations précieuses et le soutien scientifique inestimable de notre promotrice, **Madame Kennouche Hanane**, que nous remercions infiniment.

Nous lui témoignons ici notre profonde gratitude et notre sincère reconnaissance.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury, **Mme Mokrane Zakia** et

Mr Kacimi Adel pour avoir accepté de présider et d'examiner notre travail. Par leurs conseils et remarques, ils contribueront certainement à l'amélioration de la qualité de ce mémoire.

Nous remercions chaleureusement **les poissonneries de la pêcherie d'Alger** qui nous ont accueillis avec bienveillance et nous ont offert les moyens nécessaires à la réalisation de ce projet. Merci à tout le personnel, auprès duquel nous avons trouvé l'aide et l'assistance dont nous avions besoin.

Nous saisissons cette occasion pour exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants de **l'ENSSMAL**, ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont aidés à accomplir ce travail. Qu'elles trouvent ici l'expression de notre sincère reconnaissance

Dédicace

Je dédie tout particulièrement ce mémoire à :

À ma chère maman,

Ton amour inconditionnel, ta bienveillance et ta force tranquille ont illuminé chaque étape de mon parcours. Ta persévérance, ta douceur et tes innombrables sacrifices ont été les piliers qui m'ont soutenu dans les moments les plus difficiles. Rien de tout cela n'aurait été possible sans toi.

À mon père,

Ta discrétion cache une force immense. Par ton exemple, ta rigueur et ta patience silencieuse, tu m'as transmis la valeur du travail bien fait et le courage d'aller jusqu'au bout.

À ma tante baya

Ta présence rassurante, ton affection sincère et tes paroles réconfortantes m'ont été d'un grand soutien tout au long de ce parcours. Merci d'avoir toujours cru en moi, même dans les moments de doute.

À mes frère et sœur, Rami et Meriem,

Merci pour votre présence, votre soutien moral et vos encouragements constants. Vous avez toujours été là, avec vos mots simples mais réconfortants.

À tout le groupe A36,

Merci pour l'esprit d'équipe, le respect mutuel, les partages et l'ambiance bienveillante qui ont marqué notre parcours commun.

Ce mémoire est le fruit d'un chemin parcouru ensemble, chacun à sa manière. **À vous tous, je dis merci.**

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I. Généralités	
1. Région d'étude et site d'échantillonnage.....	3
1.1. Délimitation géographique.....	4
1.2. Morpho-bathymétrie.....	5
1.3. Hydrographie de la zone d'étude.....	5
1.4. Aperçu du secteur de la pêche en Algérie.....	6
2. Présentation de l'espèce étudiée.....	6
2.1. Systématique.....	7
2.2. Dimorphisme sexuel.....	8
2.3. Distribution de l'espèce.....	8
2.3.1. Distribution géographique.....	9
2.3.2. Distribution biologique.....	9
2.3.2.1. Habitat.....	12
2.3.2.2. Migration.....	13
2.4. Écologie trophique.....	13
2.4.1. Proies.....	17
2.4.2. Prédateurs.....	18
2.5. Maturation et reproduction.....	20
2.6. Dénomination vernaculaire.....	
Chapitre II. Matériel et méthodes	
1. Échantillonnage.....	22
2. Sex-ratio.....	24
3. Étude de la croissance.....	24
3.1. Distribution de fréquence de taille et taille moyenne.....	25
3.2. Détermination de la clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya.....	25
3.3. Détermination des paramètres de croissance.....	27
3.4. Croissance relative.....	28
3.5. Croissance pondérale.....	28
4. Étude d'exploitation.....	30
4.1. Estimation de la mortalité totale (Z).....	30
4.2. Estimation de la mortalité naturelle (M).....	31
4.3. Estimation de la mortalité par pêche (F).....	31
4.4. Estimation du taux d'exploitation (E).....	
5. Recrutement et sélection.....	32
6. Analyse virtuelle de population.....	33

Chapitre III. Résultats et discussion

1. Sex-ratio.....	35
1.1. Taux du sex-ratio.....	35
1.2. Sex-ratio en fonction de la taille.....	36
1.3. Sex-ratio en fonction des mois.....	38
2. Étude de la croissance.....	39
2.1. Distribution de fréquences de tailles.....	39
2.2. Distribution mensuelle des tailles.....	40
2.3. Comparaison de la taille moyenne des deux sexes.....	40
2.4. Détermination de la clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya	41
2.5. Détermination des paramètres de croissance.....	42
2.6. Croissance relative.....	48
2.7. Croissance pondérale.....	49
3. Étude d'exploitation.....	51
3.1. Détermination de la mortalité totale.....	51
3.2. Détermination de la mortalité naturelle.....	52
3.3. Détermination de la mortalité par pêche.....	53
4. 3.4 Recrutement et sélection	54
3.5. Analyse de population virtuelle.....	55
3.5.1. Capture en nombre et en poids.....	55
3.5.2. Analyse de biomasse.....	56
3.5.3. Analyse de mortalité par pêche.....	57
3.5.4. Biomasse totale équilibrée.....	58
3.5.5. Rendement et biomasse par recrue.....	59
Conclusion.....	61

Références bibliographiques

Annexe

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Composition des proies de <i>Loligo vulgaris</i>, telle que connue à partir d'études menées dans différentes régions de l'Atlantique Nord-Est, du Banc Saharien et de la mer Égée septentrionale.....	15
Tableau 1.2 Prédateurs connus de <i>Loligo vulgaris</i> en mer Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est.....	17
Tableau 1.3: Dénomination vernaculaire biogéographique de <i>Loligo vulgaris</i>	20
Tableau 3.1: pourcentages des sexes de <i>Loligo Vulgaris</i>	35
Tableau 3.2: Les résultats de test de khi2 sur les deux sexes mâle et femelle de <i>Loligo Vulgaris</i>	36
Tableau 3.3: Répartition en effectif, en pourcentage des femelles et des mâles de <i>Loligo Vulgaris</i> par classe de taille (mm) et intervalle de confiance IC.	37
Tableau 3.4: Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et des femelles de <i>L. vulgaris</i>	40
Tableau 3.5.Détermination de clé-âge-longueur par la méthode de Bhattacharya de <i>L.vulgaris</i>	40
Tableau3.6: Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (FISAT II) chez <i>L.vulgaris</i>	41
Tableau 3.7: Longueurs asymptotiques de L_{∞} <i>Loligo vulgaris</i> par différents méthodes	42
Tableau 3.8: Paramètres de croissance obtenus sur <i>L.vulgaris</i> de sexe confondu par différents auteurs de la région méditerranéenne.	43
Tableau3.9Valeur de K obtenus par différentes méthodes.....	44
Tableau3.10: longueurs moyennes théoriques de <i>L.vulgaris</i> (modèle de Von Bertalanfy).....	45
Tableau 3.11: allométries de croissance relative	47
Tableau3.12 : poids théorique en fonction des âges de <i>L.vulgaris</i>	48
Tableau 3.13: Coefficient de mortalité totale (Z) obtenu par différentes méthodes de <i>L.vulgaris</i>	50
Tableau 3.14 : Coefficient de mortalité naturel (M) obtenu par différentes méthodes de <i>L.vulgaris</i>	51

Tableau 3.15: Paramètres de mortalité et taux d'exploitation de <i>Loligo vulgaris</i>	52
Tableau 3.16. Données nécessaires pour le calcul de la VPA de <i>Loligo vulgaris</i>	54
Tableau 3.17 Capture en nombre et en poids	55
Tableau 3.18 Biomasse obtenue par la VPA	55
Tableau 3.19. Age et taille moyenne et critiques obtenus par la VPA (VIT)	56
Tableau 3.20 Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenus par la VPA	56
Tableau 3.21 Rendements et biomasses par recrue en fonction de F.....	59

Liste des figures

Figure 1.1 <i>Loligo vulgaris</i> . Répartition géographique dans l'Atlantique Nord-Est et la mer Méditerranée (Jereb et al., 2015).....	9
Figure 2.1. Schémas morphométrique et reproducteur de <i>Loligo vulgaris</i> : dimensions corporelles (LT et LM) et structure du bras hectocotyle.....	22
Figure 3.1 : Pourcentage des femelles <i>Loligo Vulgaris</i> en fonction de la taille avec une précision au risque $\alpha = 5\%$	37
Figure 3.2 : Répartition mensuelle des femelles et des mâles de <i>L.vulgaris</i> en effectif par mois.....	38
Figure 3.3: Distribution fréquence-tailles de <i>L. vulgaris</i> en longueur total de la région centre algérienne.	39
Figure 3.4: Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de <i>Loligo vulgaris</i> sexe confondu en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2005).....	41
Figure 3.5 Estimation du paramètre de croissance K par la méthode ELEFAN I à l'aide du logiciel FiSAT.....	43
Figure 3.6 Estimation du paramètre de croissance K par la méthode Length-at-Age à l'aide du logiciel FiSAT.....	44
Figure 3.7: Courbe de croissance linéaire théorique de <i>L.vulgaris</i>	46
Figure 3.8 : Relation biométrique chez <i>L. vulgaris</i>	47
Figure 3.9: Courbe de croissance pondérale de VonBertalanffy <i>L.vulgaris</i>	49
Figure 3.10 : Détermination des probabilités de captures de <i>Loligo vulgaris</i> . 53	
Figure 3.11 . Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de <i>L.vulgaris</i> de la région algéroise.....	57

Introduction

Les céphalopodes jouent un rôle clé dans les écosystèmes marins et sont de plus en plus valorisés dans les pêcheries mondiales. Parmi eux, *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798, ou calmar européen, est une espèce de grande importance commerciale en Méditerranée, y compris dans les eaux algériennes (Jereb & Roper, 2010). Ce céphalopode nectobenthique habite les fonds sableux et vaseux du plateau continental, généralement entre 10 et 500 mètres de profondeur (Guerra, 1992). Il est particulièrement actif la nuit et présente des comportements migratoires liés à la reproduction et à la recherche de nourriture. *Loligo vulgaris* est caractérisé par une croissance rapide, un cycle de vie court et une reproduction saisonnière, principalement en automne et au printemps (Boyle & Rodhouse, 2005). Ces caractéristiques le rendent vulnérable à la surpêche, mais aussi apte à un renouvellement rapide si les conditions environnementales et halieutiques sont favorables.

Contrairement aux poissons, les céphalopodes n'ont pas de structures calcifiées (comme les otolithes) faciles à lire, ce qui complique l'estimation de leur âge. Des méthodes comme l'analyse des statolithes ont été utilisées pour estimer la croissance de l'espèce (Arkhipkin, 2005). En Algérie, les données spécifiques sur la croissance et l'exploitation de *L. vulgaris* restent limitées et fragmentées. Bien que cette espèce soit régulièrement débarquée dans les ports du centre, l'ouest et de l'est algérien, les publications scientifiques locales manquent cruellement, ce qui rend difficile l'évaluation précise de l'état du stock. Le rapport de la FAO (2020) souligne d'ailleurs la nécessité de renforcer la collecte de données biologiques sur les céphalopodes dans la région sud-méditerranéenne, y compris en Algérie.

En effet, L'importance économique de *Loligo vulgaris* pour la pêche artisanale et industrielle algérienne ne cesse de croître. Les débarquements nationaux de calmars sont en hausse, notamment dans les wilayas côtières telles qu'Oran, Mostaganem et Alger. Cependant, l'absence de plans de gestion spécifiques, associée à la pression de pêche croissante, pourrait compromettre la durabilité de cette ressource.

Dans ce contexte, une étude approfondie de la croissance et des paramètres biologiques de *L. vulgaris* s'avère essentielle pour proposer des recommandations de gestion adaptées.

1

Le présent travail vise donc à analyser les paramètres de croissance de *Loligo vulgaris* capturés dans la région centre de l'Algérie, à travers des approches morphométriques et biologiques. L'objectif est de contribuer à une meilleure connaissance scientifique de l'espèce au niveau national et d'appuyer les stratégies futures de gestion durable.

Généralité

I. Généralité

1. Région d'étude et site d'échantillonnage

1.1. Délimitation géographique

La côte algérienne s'étend sur une longueur d'environ 2148 km (Le ministre de l'Environnement et des Energies renouvelables, 2023), depuis Marsa Ben-Mhidi ou Ghazaouet (frontière marocaine, 2° de longitude ouest) jusqu'au cap Roux (El-Kala, frontière tunisienne, 9° de longitude est). La zone maritime sous juridiction nationale offre environ 10 millions d'hectares pour les activités de pêche, bien que la majeure partie de la flotte exploite uniquement le plateau continental. Les bandes les plus larges se trouvent sur les côtes occidentales et orientales, séparées par une zone centrale avec des zones de pêche limitées (Hemida, 2005).

Cette étude concerne la partie centrale du bassin algérien. Pour mieux comprendre le site d'étude, il serait intéressant de présenter ses caractéristiques générales. Cette zone d'étude couvre une distance côtière d'environ 250 km. Elle est subdivisée en trois baies

- La baie de Bou-Ismaïl à l'ouest
- La baie d'Alger au centre
- La baie de Zemmouri à l'est

La baie de Bou-Ismaïl est l'une des plus importantes de la côte algérienne, située à 45 km à l'ouest d'Alger. Elle est délimitée par Ras Acrata à l'est, le Mont du Chenoua à l'ouest, la plaine de Mitidja au sud et la Mer Méditerranée au nord. Elle communique avec le large par une ouverture d'environ 40 km orientée du sud-ouest au nord-est (Leclaire, 1972).

La baie d'Alger, d'une forme semi-circulaire, a une superficie d'environ 180 km². Elle est délimitée par deux caps, la Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'ouest et le cap Matifou (Bordj El-Bahri) à l'est (Bachari, 2009).

La baie de Zemmouri, située à l'est d'Alger, est délimitée à l'est par le cap Djenet et à l'ouest par le cap Matifou.

1.2. Morpho-bathymétrie

Les caractéristiques de la côte algérienne se manifestent principalement par une nature rocheuse, avec de petites chaînes de montagnes séparant certaines plaines du littoral. La topographie sous-marine correspond étroitement à celle de la côte (Lalami, 1979). Dans la baie d'Alger, le fond marin présente une pente douce uniforme, s'étendant de l'isobathe 0 à 10 mètres. La distance entre ces deux isobathes varie d'environ 11 à 112 kilomètres. Cette baie est particulièrement vulnérable aux rejets urbains et industriels provenant des eaux d'oued El Harrach au centre et d'oued El Hamiz à l'est. D'après les observations de Vaissière et Fredj (1963), le plateau continental de la baie d'Alger est étroit à l'ouest et devient légèrement plus large à l'est. Une rupture de pente est identifiée à environ 3 kilomètres au large. Entre les deux caps, les fonds marins varient entre 80 et 90 mètres, diminuant progressivement vers oued El-Harrach. Jusqu'à l'isobathe 20 m, le fond sous-marin est principalement composé de sable vaseux et de sable fin. Plus loin en mer, la vase prédomine sur une grande partie de la baie. La topographie des fonds change près des caps, avec des graviers alternant avec des roches et des sédiments organogènes abritant des bryozoaires et des lamellibranches à l'ouest, tandis qu'à l'est, des fonds sableux sont colonisés par des herbiers au niveau de l'oued El-Hamiz. En 1981, Bakalem et al. À la base de leur étude des peuplements benthique, signalent une sédimentation assez importante dans cette région, abritant une diversité d'organismes tels que des échinodermes, des bryozoaires, des mollusques lamellibranches et des gastéropodes. Selon les observations de Vaissiere et Fredj (1963) concernant le plateau continental de la baie de Bou-Ismaïl, celui-ci est généralement très étroit. Sa limite la plus extrême, située au niveau du mont Chenoua, atteint 11 Km. La superficie du plateau continental de la baie de Bou-Ismaïl est de 509 km², avec 70% de sa surface considérée comme chalutable (Chavance et Girardin, 1986). Ce plateau continental présente une inflexion nette autour de l'isobathe 100 mètres. Leclair (1972) a établi une carte de la couverture sédimentaire de l'ensemble de la baie de Bou-Ismaïl, identifiant trois zones d'affleurement rocheux difficilement chalutables : le prolongement du massif de Chenoua rejoignant la vallée sous marine du Ras-Nador depuis la côte jusqu'à l'isobathe 180 mètres en direction nord-nord-est, la zone entre Bouharoun et Douaouda Marine, depuis la côte jusqu'à l'isobathe 100 mètres, et

également depuis les fonds de 110 à 150 mètres au nord de Bou-Ismaïl jusqu'à la hauteur de Sidi-Fredj.

1.3. Hydrographie de la zone d'étude

La zone d'échantillonnage se situe dans la partie centre-nord de l'Algérie, le long de la côte méditerranéenne du Tell central. Cette région est soumise à un climat méditerranéen typique, caractérisé par des hivers doux et humides et des étés chauds et secs. La température de surface de la mer varie entre 14 et 28 °C selon les saisons, influençant les cycles biologiques de nombreuses espèces marines, notamment les céphalopodes comme *Loligo vulgaris* (Quetglas et al., 2013). La salinité moyenne est relativement stable, autour de 37–38 ‰, bien que des hausses soient observées en été à cause de l'évaporation intense et de la faible influence fluviale (Béthoux et Gentili, 1999).

Cependant, cette stabilité peut être localement perturbée par des apports anthropiques, notamment au niveau des embouchures d'oueds tels que l'oued El-Harrach. Cette zone reçoit des rejets urbains, industriels et agricoles non traités, contribuant à une eutrophisation côtière partielle et à une dégradation de la qualité de l'eau (Khelil et al., 2021). Ces conditions hydrographiques – température, salinité et pollution – sont des facteurs clés dans la distribution, la reproduction et le comportement migratoire de *Loligo vulgaris* en Méditerranée centrale occidentale (Guerra et al., 2006).

1.4. Aperçu du secteur de la pêche en Algérie

Localisée dans le sud du bassin occidental de la Méditerranée, l'Algérie a affirmé sa souveraineté sur une zone de pêche exclusive (ZPE) de 95 000 km² en 1994 (Cacaud, 2002). Le plateau continental étroit pose des défis au développement de l'activité de pêche. En conséquence, la pêche en Algérie se concentre principalement le long de la côte, ciblant principalement les petits poissons pélagiques, mais aussi les grands pélagiques et d'autres espèces en fonction des saisons (Belhabib et al. 2013). Les fonds rocheux limitent la pratique du chalutage à grande échelle, qui est principalement effectué par de petits chalutiers (Ordines et al. 2009). Ces embarcations ciblent principalement des espèces de grande valeur, telles que la crevette rouge (*Aristeus antennatus*) (Belhabib 2007). Les zones de pêche les plus productives se trouvent sur les côtes ouest, en raison de la largeur du plateau continental cité plus haut et aussi en

raison de la force du courant atlantique (Furnestin 1961 ; Gulland 1971 ; Millot 1985, 1987).

Sur le plan administratif, le littoral algérien est divisé en 14 directions de pêche et d'aquaculture relevant du Ministère de pêche et de l'agriculture. Chaque wilaya est associée à une Direction des Pêches (DP), qui supervisent des antennes de pêche. L'activité de pêche en Algérie se caractérise par son caractère traditionnel, s'étendant le long de tout le littoral.

2. Présentation des espèces étudiées

Le calmar *Loligo vulgaris* est un mollusque céphalopode décapodiforme car il a 8 bras et 2 tentacules rétractiles. Il a un manteau musclé d'une forme cylindrique, élancé et fusiforme postérieurement. De larges tâches de chromatophores rouges recouvrent le manteau et des irisations vertes/bleues dans la partie postérieure du manteau. Les nageoires sont rhomboïdes, dont la longueur dépasse 50 % de la longueur du manteau. Leurs tailles du manteau peuvent atteindre 54cm chez les mâles et 34 cm chez les femelles en Méditerranée occidentale (Worms, 1979)

2.1. Systématique

Règne : Animalia (Linnaeus, 1758)

Embranchement : Mollusca (Linnaeus, 1758)

Classe : Cephalopoda (Cuvier, 1797)

Ordre : Myopsida (Naef, 1916)

Famille : Loliginidae (Lesueur, 1821)

Genre : *Loligo* (Lamarck, 1798)

Espèce : *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798)

L'espèce *Loligo vulgaris* a d'abord été associée à *Sepia loligo* par Carl von Linné (1758) dans son Systema Naturae, où il ne distinguait pas encore clairement les genres *Sepia* et *Loligo* (Linnaeus, 1758). Plus tard, Jean-Baptiste de Lamarck (1798) a officiellement décrit l'espèce sous le nom de *Loligo vulgaris*, reconnaissant ainsi la distinction entre les calmars et les seiches. Cette classification a été affinée par Henri Marie Ducrotay de Blainville (1823), qui a mené une révision approfondie du genre *Loligo* et a détaillé les différences morphologiques entre plusieurs espèces de calmars (Blainville, 1823).

Par la suite, la classification du genre *Loligo* a été améliorée grâce aux travaux de Vecchione, Brakoniecki, Natsukari et Hanlon (1998), qui ont proposé une réorganisation des espèces au sein de la famille Loliginidae en se basant sur des critères morphologiques et biogéographiques (Vecchione et al., 1998). Cette classification a été confirmée et complétée par Gofas, Le Renard et Bouchet (2001) dans le European Register of Marine Species, qui établit une liste taxonomique actualisée des mollusques européens (Gofas et al., 2001).

Les recherches plus récentes, notamment celles de Jereb, Vecchione et Roper (2010) dans le catalogue de la FAO Cephalopods of the World, ont permis de mieux documenter la biologie et la distribution de *Loligo vulgaris* (Jereb et al., 2010). Des bases de données contemporaines telles que l’Ocean Biogeographic Information System (OBIS) de l’UNESCO et l’ICES Database of Trawl Surveys (DATRAS) ont enrichi les connaissances sur son écologie et sa répartition, contribuant ainsi à une meilleure gestion de cette espèce d’importance halieutique.

2.2. Dimorphisme sexuel

Chez les mâles, les bras sont souvent légèrement plus longs et plus robustes, et l'un des bras, généralement le quatrième bras droit, est modifié pour former un hectocotyle, structure spécialisée pour le transfert des spermatophores. Cet hectocotyle présente des ventouses de tailles irrégulières ou des modifications visibles sur une partie de sa longueur. En revanche, chez les femelles, tous les bras sont de taille et d'apparence régulières, sans modification particulière. De plus, en période de reproduction, les femelles peuvent présenter un renflement abdominal visible en raison du développement des ovaires remplis d'œufs. Toutefois, chez les jeunes individus ou les spécimens immatures, la distinction externe reste difficile et peut nécessiter confirmation par dissection ou observation fine en laboratoire.

2.3. Distribution de l'espèce

2.3.1. Distribution géographique

Le calmar, *Loligo vulgaris* Lamarck, 1798, est présent dans l'Atlantique Nord-Est, entre environ 55°N et 20°S, ainsi que dans l'ensemble de la mer Méditerranée (Jereb et al., 2010) (Figure 1). Il s'agit de l'un des calmars les plus communs dans les eaux côtières de l'Atlantique Nord-Est et de la Méditerranée (Worms, 1983).

Loligo vulgaris ne figurait pas dans la liste des céphalopodes des côtes irlandaises établie par Massy (1928), et une mention ancienne de sa présence dans les eaux de l'île de Man (mer d'Irlande ; Moore, 1937, cité dans Stephen, 1944) est sujette à caution. Toutefois, il est bien présent dans la partie centrale et méridionale de la mer du Nord (De Heij et Baayen, 2005 ; Oesterwind et al., 2010), où il apparaît principalement à la fin du printemps et en été. Il est largement distribué dans la Manche, où, selon Royer et al. (2002), il constitue la deuxième espèce de calmar la plus abondante (avec un nombre de recrues légèrement inférieur à *Loligo forbesii*). Il est également capturé occasionnellement en mer Celtique (Lordan et al., 2001).

Sa distribution s'étend vers le sud le long des côtes ouest de la France, de l'Espagne et du Portugal (Guerra, 1992 ; Coelho et al., 1994 ; Moreno et al., 1994 ; Cunha et al., 1995). Dans le golfe de Gascogne, des campagnes de chalutage réalisées en automne ont montré que *L. vulgaris* est plus abondant que *L. forbesii* dans les zones côtières et méridionales du golfe, avec des taux de capture atteignant 150 spécimens par heure (Denis, 2000). Le long de la côte ouest du Portugal, son abondance diminue vers le sud (Cunha et al., 1995).

Le long de la côte ouest de l'Afrique, il est présent au large du Sénégal et de l'Angola (Baia dos Tigres ; Adam, 1962), mais selon Augustyn et Grant (1988), il n'est jamais observé au sud de 20°S.

Loligo vulgaris est largement distribué en mer Méditerranée (Mangold et Boletzky, 1987 ; Bello, 2004 ; Salman, 2009), notamment dans les eaux occidentales et centrales de la Méditerranée (Mangold-Wirz, 1963a ; Sánchez, 1986a ; Belcari et Sartor, 1993 ; Sánchez et Martin, 1993 ; Jereb et Ragonese, 1994 ; Giordano et Carbonara, 1999 ; Relini et al., 2002 ; Cuccu et al., 2003), ainsi que dans l'ensemble de la mer Adriatique (Casali et al., 1998 ; Krstulović Šifner et al., 2005 ; Piccinetti et al., 2012).

Cet espèce peut aussi être rencontré en mer Ionienne (Tursi et D'Onghia, 1992 ; Lefkaditou et al., 2003 ; Krstulović Šifner et al., 2005), en mer Égée et dans le bassin Levantin (D'Onghia et al., 1992 ; Salman et al., 1997, 1998 ; Lefkaditou et al., 2003 ; Duysak et al., 2008). L'espèce a été également signalée en mer de Marmara (Katağan et al., 1993 ; Ünsal et al., 1999).

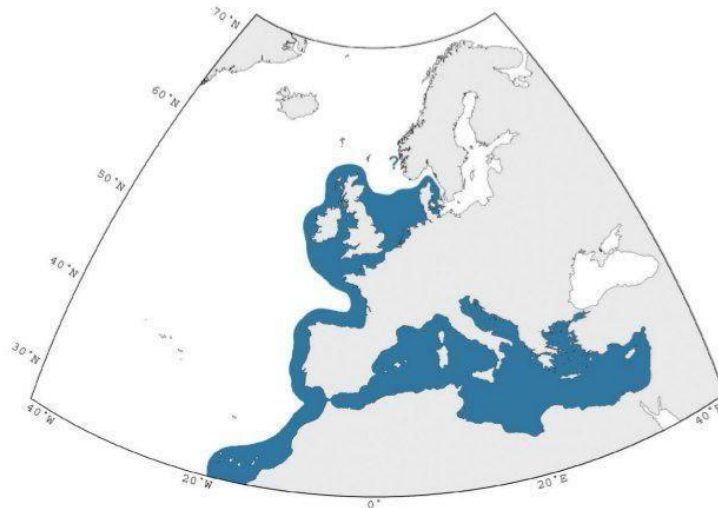


Figure 1. *Loligo vulgaris*. Répartition géographique dans l'Atlantique Nord-Est et la mer Méditerranée (Jereb et al., 2015).

2.3.2. Distribution biologique

2.3.2.1. Habitat

Les larves de *Loligo vulgaris* ont été signalées dans des échantillons de plancton au large de la Galice et du Portugal (Moreno et Pereira, 1998 ; Piatkowski, 1998 ; González et al., 2005) et aussi loin au sud qu'à 21°N le long de la côte nord-ouest africaine (Guerra et al., 1985). Des paralarves de *Loligo* (certaines pouvant appartenir à *L. vulgaris*) ont également été enregistrées dans des échantillons de plancton de la Manche (Collins et al., 2002). Cependant, les paralarves de *Loligo vulgaris* étaient absentes des échantillons prélevés dans les eaux néritiques autour de l'Écosse, du nord-ouest de la mer du Nord et de la zone du Rockall Trough (Yau, 1994), mais elles ont été signalées dans l'est de la Méditerranée (Salman, 2012). Dans les eaux portugaises, elles sont les plus abondantes à des profondeurs de 80 à 90 m (Moreno et al., 2009). En hiver, leur distribution s'étend vers le large, tandis qu'en été et en automne, elles se concentrent plus près de la côte (Moreno et Sousa Reis, 1995 ; Moreno et al., 2009).

Leur distribution est limitée aux zones où la température des eaux de surface est comprise entre 13 et 20°C (Moreno et Sousa Reis, 1995 ; Moreno et al., 2009), avec une abondance plus importante près de la limite inférieure de cette gamme, entre 13 et 14°C (Rocha et al., 1999 ; Moreno et al., 2009).

Loligo vulgaris n'est ni totalement pélagique ni entièrement benthique ; il est en grande partie restreint au fond marin pendant la saison de reproduction, mais adopte un

comportement pélagique à d'autres périodes, notamment lorsqu'il chasse (Worms, 1983). Il est considéré comme nectobenthique et néritique ; il est généralement plus abondant dans des eaux de moins de 100 m de profondeur (Sánchez et Guerra, 1994 ; Salman et al., 1997 ; Sánchez et al., 1998a ; Tserpes et al., 1999), bien qu'il soit observé depuis la côte jusqu'aux limites du talus supérieur (200–550 m). Lorsque le plateau continental est étroit, la zone de capture de *L. vulgaris* s'étend à des profondeurs plus importantes, comme dans les eaux algériennes (Mangold-Wirz, 1963a) et en mer Ionienne (Lefkaditou et al., 2001).

Au large des côtes portugaises, *L. vulgaris* est présent depuis la côte jusqu'à des profondeurs de 100 m (Cunha et al., 1995), avec une concentration des femelles en ponte entre 80 et 100 m (Moreno, 1998). Dans le golfe de Cadix, il est principalement distribué entre 15 et 100 m de profondeur (Vila et al., 2010). En Méditerranée, il habite la zone circalittorale et le plateau continental, principalement entre 10 et 150 m, bien qu'au large du plateau algérien, il ait été capturé jusqu'à 550 m ; il est cependant le plus fréquent entre 50 et 60 m (Mangold-Wirz, 1963; Worms, 1983).

Des études sur les assemblages d'espèces démersales, basées sur des campagnes de chalutage, ont montré que dans les zones où le plateau continental est étendu, comme dans le nord de la mer Tyrrhénienne, *L. vulgaris* est plus abondant à des profondeurs inférieures à 50 m, où il est associé à d'autres espèces côtières telles que *Sepia officinalis* et *Octopus vulgaris* (Sánchez et al., 1998a). Dans d'autres zones, il est associé à des espèces ayant une distribution bathymétrique plus large sur le plateau continental, comme *Eledone moschata*, *Alloteuthis spp.*, *Diplodus annularis*, *Pagellus erythrinus*, *Dentex spp.*, *Seranus cabrila*, *Spicara flexuosa*, *Spicara smaris*, *Boops boops*, *Citharus linguatula*, *Mullus barbatus*, *Trachinus spp.* et *Pagrus pagrus*. La profondeur influence la composition des assemblages associés à *L. vulgaris* plus que tout autre facteur (Pereira et al., 1997).

De manière générale, *L. vulgaris* habite les eaux tempérées, avec les juvéniles et adultes vivant dans des eaux dont la température varie entre 12,5 et 20°C. Cependant, son abondance est maximale dans des eaux dont la température de surface est comprise entre 13 et 15°C. La reproduction nécessite des températures relativement élevées, et la migration vers les zones de ponte est retardée les années où les eaux côtières se réchauffent plus tardivement (Mangold-Wirz, 1963).

Dans les eaux portugaises, la distribution de l'espèce est clairement associée à la température des eaux de fond (Pereira et al., 1998). Elle tend à se concentrer dans le nord en automne, plus proche des limites offshore de sa distribution, et dans le sud en été, plus près de la côte, où les températures de fond estivales sont plus chaudes.

Les juvéniles et adultes peuvent vivre dans des eaux à faible salinité, bien qu'ils n'entrent généralement pas dans les estuaires ou lagunes (Mangold-Wirz, 1963). L'espèce est observée en eaux très peu profondes uniquement lorsque la salinité dépasse 30, suggérant une tolérance de 30 à 36 dans l'Atlantique Nord (Tinbergen et Verwey, 1945), avec une limite supérieure légèrement plus élevée en Méditerranée (37,7–38,15) (Salat et al., 1978). Cependant, en mer de Marmara, Ünsal et al. (1999) ont observé *L. vulgaris* dans des eaux où la salinité était toujours supérieure à 25. Des expériences en laboratoire ont montré que les œufs meurent très rapidement en dessous d'une salinité de 24 (Şen, 2004b).

Le choix du substrat pour l'attachement des cordons d'œufs semble être le principal facteur influençant l'association de *L. vulgaris* avec certains types de fonds, bien que certaines proies, comme les lançons, puissent également être associées à des substrats particuliers. En Atlantique, il est le plus abondant sur les fonds de sable grossier et plus rare sur les fonds vaseux. Dans les eaux portugaises, sa distribution bathymétrique semble être liée à la limite offshore des fonds sableux (Pereira et al., 1995). Cependant, en Méditerranée, il est signalé sur tous types de sédiments, bien qu'il soit principalement observé sur des fonds vaseux côtiers au printemps et en été, et sur des fonds sableux plus éloignés en automne et en hiver (Mangold-Wirz, 1963a ; Worms, 1983a). En Adriatique, on le trouve également sur des fonds recouverts de phanérogames marines (*Zostera* et *Posidonia*), surtout en automne (Gamulin-Brida et Ilijanić, 1972).

2.3.2.2. Migrations

Les déplacements migratoires horizontaux de *Loligo vulgaris* sont principalement liés à la maturation sexuelle et à la reproduction (Worms, 1983b). Les migrations vers le large et le rivage, en lien avec la reproduction, sont bien décrites pour les populations méditerranéennes. Les grands individus (matures ou en cours de maturation) se déplacent vers les eaux côtières peu profondes pour s'accoupler et pondre ; certains calmars s'accouplent durant cette migration. Certains individus immatures réalisent également cette migration entre le large et le rivage, mais plus tard que les individus matures. Ces migrations croisées entraînent une structure de population complexe. Les mâles arrivent sur les zones de ponte quelques jours avant les femelles. Les grands individus matures fraient en premier, puis quittent les eaux littorales. Cela entraîne une diminution progressive de la taille moyenne des calmars capturés au cours de la saison de ponte (Mangold-Wirz, 1963a). Quelle que soit leur taille, une grande proportion des individus (principalement les femelles) meurent quelques jours ou semaines après la ponte (Worms, 1983a). Les jeunes calmars éclos près de la côte migrent vers les eaux profondes, principalement en automne et en hiver (Sánchez et Guerra, 1994).

Dans l'Atlantique, *L. vulgaris* migre sur de longues distances (du sud vers le nord et vice versa), potentiellement jusqu'à 500 km. Selon Tinbergen et Verwey (1945), il migre activement vers le nord au printemps, pénétrant probablement dans la mer du Nord via la Manche et longeant les côtes belge, néerlandaise, du nord-ouest de l'Allemagne et du Danemark, où il est observé à la fin de l'été. La variation saisonnière des captures suggère également l'existence de migrations saisonnières dans la péninsule Ibérique et le golfe de Gascogne (Moreno et al., 2002).

Dans les eaux portugaises, une indication de migration horizontale est la présence de pics de recrutement à la fin de l'hiver/début du printemps, localement non corrélés à des pics de ponte antérieurs. Un pic de ponte observé à la fin de l'été sur la côte sud du Portugal, rapporté par Bettencourt et al. (1996), pourrait aboutir à un pic de recrutement le long de la côte nord-ouest après la migration des juvéniles (Moreno et al., 2002).

Dans certaines zones, comme les eaux côtières de la mer de Thrace, les déplacements entre le large et le rivage semblent être influencés par la température, celle-ci ayant un effet significatif sur les captures de *L. vulgaris* à la senne de plage (Lefkaditou et al., 1998b).

L'alimentation est la principale raison des migrations verticales quotidiennes vers la surface la nuit. Les paralarves de *Loligo vulgaris* effectuent des migrations verticales nyctémérales, atteignant la surface peu après le coucher du soleil et restant dans les couches superficielles au moins jusqu'à minuit (Sousa Reis, 1989b). Les différences de captures entre le jour et la nuit suggèrent que les post-recrues de *L. vulgaris* vivent près du fond marin durant la journée et se dispersent verticalement dans la colonne d'eau la nuit (Roper et Young, 1975), où elles peuvent être observées près de la surface. Les juvéniles effectuent également des migrations verticales quotidiennes, bien que les adultes matures aient tendance à rester proches du fond (Mangold-Wirz, 1963a).

L'alimentation nocturne est confirmée par des expériences de marquage sur *L. vulgaris* : les calmars marqués se déplaçaient dans une petite zone durant la journée, mais couvraient une zone plus large du coucher au lever du soleil (Cabanellas-Reboredo et al., 2012a).

2.4. Écologie trophique

2.4.1. Proies

Loligo vulgaris est un céphalopode actif, caractérisé par une croissance rapide et une digestion efficace (Bidder, 1950), ce qui suggère que l'abondance des proies pourrait être un facteur déterminant influençant sa distribution (tableau 1). Cependant, la diversité de son régime alimentaire ne le limite pas à un biotope spécifique, sauf aux premiers stades de développement, où un éventail plus restreint de proies pélagiques de petite taille est nécessaire.

Les nouveau-nés peuvent se nourrir exclusivement du sac vitellin interne, mais le tube digestif est pleinement fonctionnel avant même la résorption complète du vitellus (Worms, 1983a). Les juvéniles et les adultes de *L. vulgaris* sont des prédateurs carnivores qui attaquent, capturent et consomment des proies relativement grandes et actives. Les tailles des proies estimées à partir des restes contenus dans l'estomac sont plus petites que celles des calmars eux-mêmes (Rocha et al., 1994).

Les juvéniles consomment davantage de proies planctoniques que benthopélagiques, notamment des crustacés planctoniques tels que les copépodes, mysidacés et euphausiacés, mais aussi des larves de poissons (Nigmatullin, 1975; Boletzky, 1979b; Worms, 1983a), indiquant ainsi un changement ontogénique dans leur régime

alimentaire. L'élevage en laboratoire a révélé que les zoés de crabes décapodes et les mysidacés étaient les proies les plus faciles à capturer pour les jeunes calmars (Boletzky, 1979b; Villanueva, 1994). Les larves de Palaemonetes (crevettes) étaient facilement capturées et semblaient être les proies préférées des paralarves, tandis que les larves de poissons étaient les proies privilégiées des juvéniles (Turk et al., 1986). Des observations en captivité suggèrent également que, bien que les paralarves attaquent leurs congénères, elles ne pratiquent jamais le cannibalisme (Boletzky, 1979b).

Les poissons constituent les proies les plus courantes chez les adultes de *L. vulgaris*, leur incidence augmentant avec la taille du calmar (Rocha et al., 1994). Les céphalopodes et crustacés sont moins importants dans leur régime alimentaire, bien que des différences régionales aient été observées (Guerra et Rocha, 1994; Hasan et al., 1994; Pierce et al., 1994a). Des restes de polychètes ont également été retrouvés dans les contenus stomacaux de *L. vulgaris* sur la côte atlantique ibérique.

Malgré les difficultés associées à l'identification des proies des calmars au niveau spécifique – généralement possible uniquement lorsque des otolithes, becs ou autres parties dures sont retrouvés parmi les restes alimentaires – un large éventail d'espèces a été enregistré dans le régime alimentaire de *L. vulgaris* dans plusieurs régions (Tableau 11.2; voir aussi Pierce et al., 1994a; Rocha et al., 1994; Coelho et al., 1997).

Le régime alimentaire et l'ingestion varient selon les saisons, probablement en raison d'une combinaison de changements saisonniers dans l'abondance des proies, dans les zones de pêche, et donc dans la source des échantillons (Pierce et al., 1994a; Rocha et al., 1994). Dans le nord-ouest de l'Espagne, à la fin du printemps, en été et au début de l'automne, lorsque *L. vulgaris* est pêché près des côtes à la turlutte, la fréquence des céphalopodes, crustacés et polychètes dans l'alimentation augmente par rapport au reste de l'année, où les calmars sont capturés au large par chalutage.

Le cannibalisme ne semble pas jouer un rôle important dans l'écologie trophique de l'espèce, car des restes de *L. vulgaris* ont rarement été signalés dans les contenus stomacaux. Aucune différence dans les habitudes alimentaires n'a été observée entre les sexes, et les femelles ne réduisent pas leur consommation alimentaire pendant la maturation (Worms, 1983a; Rocha et al., 1994).

Une simulation en captivité des blessures causées par la pêche à la turlutte (perte d'un ou des deux tentacules) a montré que les calmars amputés de leurs tentacules sont moins aptes à capturer des proies rapides comme les poissons, mais qu'ils peuvent compenser cette perte en modifiant leur régime alimentaire et leur comportement de prédation (Cabanellas-Reboredo et al., 2011).

Tableau 1.1. Composition des proies de *Loligo vulgaris*, telle que connue à partir d'études menées dans différentes régions de l'Atlantique Nord-Est, du Banc Saharien et de la mer Égée septentrionale (compilée à partir de Guerra et Rocha, 1994¹ ; Pierce et al., 1994a² ; Coelho et al., 1997³ ; Lefkaditou, 2006⁴).

Taxon	Espèces
Ammodytidae	<i>Ammodytes tobianus</i> (lançon) ¹ , <i>Gymnammodytes semisquamatus</i> (lançon lisse) ¹ , <i>Hyperoplus lanceolatus</i> (grand lançon), indet. ^{1,2}
Argentinidae	<i>Argentina sphyraena</i> (argentine), <i>Argentina spp.</i> ⁴
Atherinidae	<i>Atherina presbyter</i> (athérine), <i>Atherina spp.</i> ^{1,3}
Blenniidae	<i>Blennius ocellaris</i> (blennie papillon), <i>Blennius spp.</i> ¹
Callionymidae	<i>Callionymus reticulatus</i> (dragonnet réticulé) ¹ , <i>Callionymus spp.</i> ^{1,2} , indet. ³
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i> (chinchard commun) ^{1,3} , <i>Trachurus spp.</i> ² , indet. ³
Cepolidae	<i>Cepola macrophthalma</i> (cepole) ¹
Clupeidae	<i>Clupea harengus</i> (hareng), <i>Sardina pilchardus</i> (sardine), <i>Sprattus sprattus</i> (sprat) ^{1,2}
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i> (anchois) ³
Gadidae	<i>Gadiculus argenteus</i> (tacaud argenté) ^{1,2,4} , <i>Micromesistius poutassou</i> (poutassou) ^{1,2} , indet. ^{1,2}
Gobiidae	<i>Aphia minuta</i> (gobie transparent) ¹ , <i>Gobiusculus flavescens</i> (gobie à deux taches) ¹ , indet. ^{1,2,3,4}
Hemiramphidae	indet. ³
Lotidae	<i>Gaidropsarus spp.</i> ⁴
Myctophidae	<i>Diaphus dumerilii</i> , indet. ³
Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (grémille) ³
Pleuronectidae	indet. ³
Scombridae	<i>Scomber scombrus</i> (maquereau) ³

Sebastidae	<i>Helicolenus dactylopterus</i> (sébaste à long doigts) ²
Soleidae	<i>Microchirus boscanion</i> (sole de Boscanio) ³ , <i>Microchirus spp.</i> ³
Sparidae	indet. ^{2,3,4}
Sternoptychidae	<i>Maurolicus muelleri</i> (mulet perlé) ²
Triglidae	<i>Chelidonichthys spp.</i> ³
Crustacés	
Décapodes	indet. ^{1,2}
Dendrobranchiata- Penaeoidea	indet. ¹
Pleocyemata- Brachyura	Portunidae indet. ¹
Euphausiacés	indet. ³
Mysidacés	indet. ¹
Amphipodes	Gammaridae indet. ³
Isopodes	indet. ³
Céphalopodes	
Myopsida	<i>Alloteuthis media</i> ¹ , <i>A. subulata</i> ² , <i>Loligo forbesii</i> ² , <i>L. vulgaris</i> ³ , Loliginidae indet. ³
Oegopsida	Cranchiidae indet. ³
Sepiolidae	<i>Rondeletiola minor</i> ² , <i>Sepia elegans</i> ³ , <i>Sepia spp.</i> ³ , <i>Sepietta spp.</i> ¹ , Sepiolidae indet. ²
Octopoda	<i>Octopus spp.</i> ³
Gastropoda	<i>Turritella spp.</i> ¹
Bivalvia	indet. ¹
Polychètes	
Phyllodocida	<i>Hediste diversicolor</i> (anciennement <i>Nereis diversicolor</i>) ¹ , <i>Nephtys spp.</i> ³ , <i>Nereis spp.</i> ³ , <i>Perinereis spp.</i> ³

2.4.2. Prédateurs

L'identification des calmars à longues nageoires dans les contenus stomacaux de nombreux prédateurs des mers européennes se limite généralement au niveau de la famille des Loliginidae (bien qu'il soit possible de distinguer les becs des *Alloteuthis* spp. de ceux des *Loligo* spp.). Néanmoins, *L. vulgaris* a été identifié dans l'estomac de plusieurs grands poissons pélagiques et démersaux ainsi que de mammifères marins (Jereb et al., 2015).

Tableau 1.2. Prédateurs connus de *Loligo vulgaris* en mer Méditerranée et dans l'Atlantique Nord-Est.

Taxon	Espèces	Références
Céphalopodes	Poulpe commun (<i>Octopus vulgaris</i>)	Quetglas et al. (1998a)
Chondrichthyens	Aiguillat de Blainville (<i>Squalus blainville</i>)	Martinho et al. (2012)
	Emissole tachetée (<i>Mustelus punctulatus</i>)	Jardas et al. (2007)
	Raie blonde (<i>Raja brachyura</i>)	Farias et al. (2006)
	Raie bouclée (<i>Pteromylaeus bovinus</i>)	Capapé (1977)
	Raie aigle (<i>Myliobatis aquila</i>)	Jardas et al. (2004)
	Petite roussette (<i>Scyliorhinus canicula</i>)	Martinho et al. (2012)
	Raie torpille marbrée (<i>Torpedo marmorata</i>)	Capapé et al. (2007)
	Raie pastenague pélagique (<i>Pteroplatytrygon violacea</i>)	Lipej et al. (2013)
	Emissole lisse (<i>Mustelus mustelus</i>)	Morte et al. (1997), Kabasakal (2002)
	Raie bouclée (<i>Raja clavata</i>)	Kabasakal (2002), Farias et al. (2006)
	Raie torpille (<i>Torpedo</i> spp.)	Abdel-Aziz (1994)
Ostéichthyens	Thon rouge de l'Atlantique (<i>Thunnus thynnus</i>)	Battaglia et al. (2013)
	Uranoscope (<i>Uranoscopus scaber</i>)	Sanz (1985)

	Sparaillon commun (<i>Diplodus vulgaris</i>)	Rosecchi (1987)
	Sériole couronnée (<i>Seriola dumerili</i>)	Matalanas et al. (1995)
	Vive petite (<i>Echiichthys vipera</i>)	Creutzberg et Duinevald (1986)
	Cardine à taches (<i>Citharus linguatula</i>)	Teixeira et al. (2010)
	Espadon (<i>Xiphias gladius</i>)	Hernández-García (1995), Salman (2004), Peristeraki et al. (2005)
Pinnipèdes	Phoque moine de Méditerranée (<i>Monachus monachus</i>)	Guclusoy (2008)
Cétacés	Marsouin commun (<i>Phocoena phocoena</i>)	Börjesson et al. (2003)
	Grand dauphin (<i>Tursiops truncatus</i>)	San Miguel (1977), Osti Relini et al. (1994), Blanco et al. (2001), Santos et al. (2007)
	Dauphin commun (<i>Delphinus delphis</i>)	González et al. (1994a), Santos et al. (2013)
	Globicéphale noir (<i>Globicephala melas</i>)	González et al. (1994a), Santos et al. (2014)
	Dauphin de Risso (<i>Grampus griseus</i>)	González et al. (1994a), Bearzi et al. (2011)

2.5. Maturation et reproduction

Dans toute son aire de répartition, les mâles de *Loligo vulgaris* atteignent la maturité à une taille minimale inférieure et une taille maximale plus grande que les femelles. En Méditerranée nord-occidentale, la maturité sexuelle des femelles commence à une longueur de manteau (ML) >14 cm, avec une relation positive entre la taille et le poids ovarien (Sánchez et Demestre, 2010). La taille à laquelle 50 % des individus sont matures (LM50%) est de 168 mm chez les mâles et 188 mm chez les femelles (Moreno et al., 2002). Cependant, chez les mâles, deux modes de taille à maturité ont été identifiés : environ 180 mm et 300–330 mm (Coelho et al., 1994; Guerra et Rocha, 1994; Moreno et al., 1994). En revanche, les femelles présentent un seul mode de maturation.

Des variations géographiques existent dans la taille à maturité des deux sexes (Moreno et al., 2002; Smith et al., 2011). Chez les femelles, elle est plus élevée dans le sud-est de l'Atlantique Nord (220–230 mm) que dans le nord (176–195 mm), et plus faible en Méditerranée occidentale et centrale (160–165 mm). Pour les mâles, la taille minimale à maturité varie de 80 mm au nord-ouest du Portugal à 120 mm dans la Manche et les eaux galiciennes.

Des variations saisonnières sont également observées (Moreno et al., 2002), notamment en fonction de la période d'éclosion. Au nord-ouest du Portugal, les femelles écloses en saison chaude atteignent la maturité plus tôt (LM50% = 156 mm) que celles écloses en saison froide (LM50% = 191 mm). Les mâles mûrissent environ un mois avant les femelles, avec une maturité moyenne à 9 mois et une ponte à 10 mois (Rocha, 1994; Arkhipkin, 1995; Moreno et al., 2005).

La maturité individuelle est décrite selon une échelle en cinq points (Lipiński, 1979; Boyle et Ngoile, 1993a). La maturation des gonades commence vers 5 mois chez les mâles et 6 mois chez les femelles, et la maturation complète peut survenir en moins d'un mois (Moreno et al., 2005).

L'investissement reproductif est plus important chez les femelles, avec un indice gonadosomatique (GSI) allant jusqu'à 30 %, contre 1,6–3,8 % chez les mâles (Worms, 1983a). Le poids des gonades est mieux corrélé avec la taille qu'avec l'âge (Moreno et al., 2005; Sánchez et Demestre, 2010).

Lors de la copulation, les mâles saisissent les femelles par la tête et placent les spermatozoaires dans la membrane buccale et les spermathèques de la femelle. Les œufs sont ensuite fécondés dans la spermathèque, puis enrobés de mucus par les glandes nidamentaires et oviductales pour former des cordons d'œufs de 60–160 mm de long (Worms, 1983a). La ponte se fait en plusieurs lots et suit une stratégie de "frai terminal intermittent" (Rocha et Guerra, 1996).

Les ovocytes immatures mesurent entre 0,17 et 0,68 mm, tandis que les plus gros ovocytes matures atteignent 2,3–2,8 mm en Galice et en Méditerranée occidentale, 2,2 mm au sud du Portugal, et 1,1–1,2 mm au nord-ouest du Portugal (Laptikhovsky, 2000; Boavida-Portugal et al., 2010). La fécondité maximale est estimée entre 10 150 et 74

200 œufs, avec une corrélation faible entre fécondité et taille du manteau (Laptikhovsky, 2000).

2.6. Dénomination vernaculaire

Le nom scientifique d'une espèce permet de l'identifier de manière spécifique au sein de la communauté scientifique. Cependant, les noms vernaculaires, qui varient souvent d'un pays à l'autre et même entre les régions d'un même pays, sont utilisés pour désigner communément ces espèces. Dans le tableau 1, sont répertoriés les noms vernaculaires retrouvés dans la bibliographie pour les deux espèces étudiées.

Tableau 1.3: Dénomination vernaculaire biogéographique de *Loligo vulgaris*

Pays	Nom Vernaculaire
Grande-Bretagne	European squid, squid, long-finned squid, sea arrow, inkfish, common squid, cape Hope squid
Italie	Calamaro comune, totariello, calamaro, calamaro verace, calamaretto, totano gentile, calamaio, celinar
Allemagne	Gewöhnlicher Kalmar, roter gemeiner Kalmar, gewöhnlicher Kalmar, gemeiner Kalmar
Espagne	Calamar, calamars
Galice	Lura txibia
Pays Basque	Txipiroiak
Portugal	Lula-vulgar, lula-comum
Pays-Bas	Pijlinktvis, gewone pijlinktvis
Danemark	Europæisk loligo
Grèce	Oktapodi, chtapodis, kalamâri, καλαμάρι

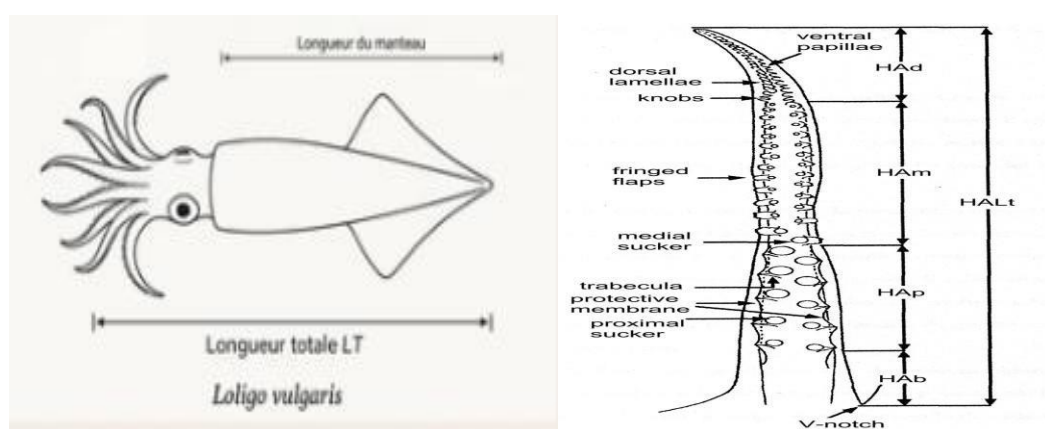
Russie	Srèdizemnomorskiy kalmar, severniy kalmar, kalmar
Écosse, Gaélique	Scuid
Turquie, Malte	Kalamar, bülbülye kalmarya
Algérie, Bulgarie	Kalmar
Égypte	Sobbeit totanu
Libye	Habbar
Maroc, Tunisie	Mettik, mattiq
Albanie	Ulijnja, lignja, kalmari, kallamari
Tchéquie	Krakatice
Pologne	Kałamarnice, kalmar polspolity
Roumanie	Calmar
Slovaquie	Kalmáry
Slovénie	Lignji
Islande	Smökkfiskur
Finlande	Kalmari
Chypre	Kalamari

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

Des mensurations ont été réalisées au niveau de la région algéroise, à l'aide d'un rubanmètre pour la longueur totale et longueur du manteau ainsi qu'une balance pour le poids total de l'individu (précision 1g) après détermination du sexe (Figure 2.1). Ces échantillonnages étaient réalisés par une sortie pour 15 jours, entre le mois de novembre 2024 et avril 2025



2. Sex-ratio

La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. La connaissance de ce paramètre permet l'évaluation de la fécondité potentielle d'un stock (Kartas et Quignard, 1984).

La sex-ratio ou proportion des sexes se définit comme étant le rapport entre l'abondance des deux sexes dans une population.

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

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

p : pourcentage des femelles dans la population étudiée

q : pourcentage des mâles **n** : nombre total des mâles et des femelles

Le test de khi2 a été calculé afin de déterminer si les prédominances de chaque sexe, dans l'échantillonnage global et dans chaque classe de taille sont significatives. La formule est :

$$x^2 = \sum \frac{(nij - n * ij)^2}{nij}$$

Avec : nij: observation ; et n*ij: effective théorique.

Au seuil de signification de 5% on peut affirmer l'une des deux hypothèses suivantes :

H0 : il n'y a pas une différence significative entre les deux sexes.

H1 : il y a une différence significative entre les deux sexes.

On rejette H0 si X2 calculé > X2 théorique.

Cette étude a permis d'analyser la répartition des sexes en fonction des classes de taille d'une part, et d'autre part en fonction des mois et ceci par incréments de 1mm de la longueur.

La précision a été évaluée en utilisant la méthode définie par Schwartz (1983).

$$\textit{Précision} = 1,96 x \sqrt{(p x q) / n}$$

Avec un risque de 5%.

p: pourcentage des femelles dans la population étudiée. **q**:

pourcentage des mâles.

n: nombre total des mâles et des femelles.

3. Etude de la croissance

La croissance moyenne individuelle des espèces exploitées est une donnée de base pour l'étude de la dynamique de populations. Sa connaissance, même approximative, permet une meilleure compréhension de l'évolution des stocks en fonction des modifications apportées dans leur exploitation. Le gain de poids moyen obtenu en un temps donné est un élément essentiel dans les équations de rendement qui intègrent également les facteurs de mortalité dans la construction des modèles de gestion des ressources halieutiques.

L'analyse des structures d'âge tient compte d'une clé âge-longueur déterminée par méthodes directes ou indirecte. La méthode directe se basant sur l'étude des pièces dures ne peut pas s'appliquer à notre espèce dépourvue de ces dernières ; en effet, les Céphalopodes ont toujours posé un problème dans la détermination de l'âge à cause de l'absence quasi-totale du squelette. Des essais ont été portés sur quelques organes solides comme les mandibules, radula et sépion (Bettencourt et Guerra, 2001). Plus récemment, les études se sont intéressées aux statolithes (Raya et al., 1994 ; Moustahfid, 2002). *Loligo vulgaris* constitue dans ce travail, le matériel d'étude biologique et démographique. Le choix est porté sur cette espèce en considération de sa haute valeur commerciale et la possibilité de détermination du sexe sans dissection.

Pour notre étude, seule la taille des individus est utilisée et l'estimation statistique de l'âge est déduite.

2.1. Distribution fréquence de taille et taille moyenne

Diette (1980 in Hemida, 1987) propose de chercher l'intervalle de classe permettant d'obtenir des polygones de fréquences de tailles conduisant à une continuité entre les classes successives et évitant l'alternance des classes à effectifs très inégaux ; un intervalle avec lequel les polygones de fréquences de taille paraissent plus homogènes. Pour confirmer l'idée de signification ou de différences des moyennes de tailles entre les deux sexes, le test (ϵ) de l'écart réduit est calculé. Il est utilisé pour cela :

$$S = (Lm1 - Lm2) / (\sqrt{((S^2 1 / n1) + (S^2 2 / n2))})$$

Une moyenne observée à une moyenne théorique.

Avec: Lm_1 : taille moyenne des femelles Lm_2 : taille moyenne des mâles

S^2_1 : variance des femelles

S^2_2 : variance des mâles

n_1 : effectif des femelles

n_2 : effectif des mâles

Au risque $\alpha = 5\%$:

Si la valeur observée $\mathcal{E}^\circ < 1,96 \rightarrow$ on ne rejette pas H_0

\rightarrow On ne peut pas affirmer que les échantillons proviennent de populations différentes.

\rightarrow la différence entre les paramètres n'est pas significative.

Si la valeur observée $\mathcal{E}^\circ \geq 1,96 \rightarrow$ on rejette H_0

\rightarrow On accepte H_1 en affirmant que les échantillons proviennent de populations différentes.

\rightarrow On affirme que la différence entre les paramètres est significative.

2.2.Détermination de la clé âge-longueur par la méthode de Bhattacharya

La méthode de Bhattacharya est une technique statistique utilisée pour déterminer la relation entre l'âge et la longueur des individus dans une population. Elle analyse la distribution des fréquences de longueur pour identifier des modes correspondant à différentes cohortes d'âge. En décomposant cette distribution en plusieurs courbes normales, chaque groupe d'âge représentant une cohorte, la méthode permet d'estimer les paramètres de ces courbes (moyenne et écart-type) et d'attribuer des âges aux cohortes identifiées. Cette approche est essentielle pour construire une clé âge longueur, utile pour estimer l'âge des individus en fonction de leur longueur, particulièrement dans les études de dynamique des populations et de gestion des ressources halieutiques.

2.3.Détermination des paramètres de croissance

L'étude de la croissance chez les invertébrés (crustacés et mollusques) est une entreprise délicate en halieutique. Cela aussi bien pour l'obtention des données de base, c'est à dire les données taille-âge, que pour le choix du modèle décrivant la relation entre ces deux variables. De plus, même avec l'aide des techniques les plus récentes, un facteur reste toujours difficile à appréhender, il s'agit du facteur temps, c'est à dire la détermination de l'âge exact des organismes qui est souvent peu sûre, assez approximative et même voire impossible dans certains cas.

Ces paramètres sont donc des valeurs mathématiques et n'ont pas de significations biologiques précises dans le sens strict du terme. Les courbes de croissance ne sont

valables en toute rigueur que dans l'intervalle d'âge ou de taille correspondant aux données observées.

Le modèle le plus utilisé reste celui de Von Bertalanffy (1938). Von Bertalanffy, dans Pauly et Moreau (1997) montre que la croissance pondérale des poissons et des crustacés est le résultat de deux processus antagonistes : - l'anabolisme ou processus de synthèse, dont le taux, proportionnel aux surfaces absorbantes, tend à augmenter le poids corporel. - le catabolisme ou processus de dégradation, dont le taux, proportionnel au poids corporel, tend à diminuer. La variation du taux instantané de croissance en longueur en fonction de la taille conduit de l'équation de croissance linéaire :

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

Bien que Von Bertalanffy (1938) ait justifié son modèle par des considérations métaboliques, il est préférable de le voir comme un modèle descriptif, avec :

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 la longueur asymptotique.

t_0 : âge théorique pour lequel l'espèce considérée a une longueur nulle. Il désigne le point de départ de la courbe de croissance sur l'axe des temps si l'espèce avait grossi selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy (1938).

Dans cette présente étude, ces paramètres sont déterminés par :

- La méthode de Powell –Wetherall pour la détermination de L_{∞} et Z/K .
- La méthode ELEFAN et « length-at-âge » méthode par le logiciel FISATII pour estimer les paramètres de croissance L_{∞} et K à partir des fréquences de longueur.
- La méthode de Pauly et Munro pour l'estimation de coefficient K
- L'équation de Pauly pour l'estimation du t_0 .

La méthode de Powell-Wetherall a été mise en œuvre. Cette méthode permet de déterminer L_{∞} et le rapport Z/K . La méthode de Pauly (1985), qui se base sur la longueur maximale observée chez une espèce (L_{max}), propose une formule permettant d'estimer approximativement L_{∞} :

$$LM_{\infty} = LM_{max} / 0,95$$

Pour estimer K, Pauly et Munro (1984) proposent une méthode basée sur l'indice de vitesse de croissance (ou performance de croissance) \emptyset' , calculé à partir des valeurs de L_{∞} et K selon la relation suivante :

$$\emptyset' = \text{Log10}K + 2\text{Log10}L_{\infty}$$

Ainsi, pour chaque couple de valeurs L_{∞} et K connues (obtenues par d'autres méthodes ou d'autres études de la région étudiée), \emptyset' est calculé à partir de la relation précédente. Dans le cas où plusieurs couples (L_{∞} , K) sont disponibles, la valeur moyenne \emptyset'_m permet d'estimer K, en utilisant la valeur de L_{∞} obtenue précédemment (par la méthode de Powell- Wetherall), selon la relation suivante :

$$\text{Log10}K = \emptyset'_m - 2\text{Log10}L_{\infty} \text{ d'où } K = 10^{(\emptyset'_m - 2\text{Log10}L_{\infty})}$$

La valeur de K a aussi été calculé par ELEFAN via le FISATII et en utilisant la méthode « length-at-âge » par le même logiciel, il a été possible d'avoir d'autres estimation de L_{∞} et K.

Pour obtenir une estimation du paramètre t_0 sachant L_{∞} et K, l'équation de Pauly (1980) est appliquée :

$$\text{Log10}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752\text{Log10}L_{\infty} - 1,038\text{Log10}k$$

2.4.Croissance relative

Le but de cette étude est de disposer de relations, formalisées en équations. Les relations suivantes ont été déterminées :

- La longueur totale et poids total (Lt-Wt)
- La longueur du manteau et poids total (LM-Wt)
- La longueur total et longueur du manteau (Lt-LM)

La relation qui lie le poids à la longueur est décrite par la formule :

$$W = aL^b$$

W : poids total en gramme.

L : longueur du manteau en millimètre.

a : ordonnée à l'origine.

b : coefficient d'allométrie (pente).

Avec cette équation, il nous est possible maintenant d'estimer a et b par régression linéaire. Si $b < 3$: allométrie minorante. $b = 3$: isométrie.
 $b > 3$: allométrie majorante

2.5. Croissance pondérale

L'équation de croissance linéaire (1) et la relation taille-poids (2) permettent d'établir l'équation de croissance en poids (3) de Von Bertalanffy, également connue sous le nom de croissance pondérale.

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

$$L_{\infty} = aL^b \dots \dots \dots (2).$$

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^b \dots \dots (3).$$

3. Etude de l'exploitation

L'intérêt des études de stocks en dynamique des populations consiste à mettre en relation la production de l'activité de pêche avec l'impact de celle-ci sur l'évolution de l'effectif du stock (Kacher, 1989). Dans ce chapitre certains paramètres d'exploitation tels que les coefficients de mortalité, les tailles et âges de sélection sont déterminés afin de les intégrer, avec les paramètres de croissance, dans des modèles d'évaluations.

La mortalité est définie comme étant le nombre d'individus qui disparaît durant un intervalle de temps donné. La rapidité avec laquelle l'effectif de la population diminue au cours du temps (Kacher, 1989) peut être exprimée par l'expression différentielle suivante :

$$-dN/dt = -ZN (1)$$

Z : coefficient instantané de mortalité totale

N : nombre des individus à l'instant t La première expression (1) peut s'écrire sous la forme :

$$-dN/N = -Zdt (2)$$

Si N_0 est l'effectif initial de la population au temps $t=0$ et N_t le nombre de survivants au temps t, nous avons en intégrant l'expression précédente (2) :

$$L_t = N_0 * e^{-Zt} \quad (3)$$

Le coefficient instantané de mortalité totale représente en fait la somme du coefficient instantané de mortalité par pêche, noté F et du coefficient instantané de mortalité naturelle, noté M (Correspondant aux autres causes de mortalité : maladie, vieillesse, prédation autre que celle de l'homme).

D'où

$$Z = F + M$$

D'après l'équation (1) définissant le coefficient de mortalité totale, nous pouvons écrire, pour 23 t=1an :

$$-N_1/N_0 = e^{-Z}$$

$$-Z = \ln S$$

Matériel et méthodes S étant le taux de survie annuel moyen et par suite :

$$Z = -\ln S$$

Comme $a + e^{-Z} = 1$, nous pouvons écrire $a = 1 - e^{-Z}$ a étant le taux de mortalité annuel moyen En général, le coefficient de mortalité Z est calculé sur toute l'année, en supposant qu'il reste constant d'une année à l'autre. Nous avons entrepris la détermination des coefficients Z et M, et par la suite de F.

3.1. Estimation de la mortalité totale (Z)

Afin d'estimer le coefficient de mortalité totale Z, trois méthodes ont été appliquées. Ces méthodes sont graphiques et permettent de procéder à une évaluation rapide de Z :

- i. La méthode basée sur la courbe de capture linéarisée fondée sur la composition en longueur ;
- ii. La méthode de Jones et Van Zalinge (1982) consiste à porter sur un graphique les logarithmiques népériens des prises cumulées (par le bas de distribution) en fonction des logarithmiques de (L-Li) ; Li étant la longueur de la classe i.
- iii. La méthode de Powell-Wetherall fondée sur les données de longueur, en fournissant

Z/K et à partir du K retenu pour l'étude de la croissance, le coefficient instantané de mortalité totale Z est alors déterminé.

3.2 Estimation de la mortalité naturelle (M)

Différentes méthodes basées sur des équations empiriques permettent d'estimer la mortalité naturelle (M). Ces équations tiennent compte de différents paramètres, notamment ceux de la croissance, de la reproduction et de l'écologie de l'espèce étudiée.

• Méthode de Pauly, 1980

Pauly (1980) démontre qu'il existe une corrélation entre le taux de mortalité naturelle, le taux de croissance, la taille asymptotique et la température moyenne de l'habitat de l'espèce. L'équation empirique de Pauly (1980) est exprimée de la manière suivante :

$$\text{Log}M = -0,0066 - 0,279\text{Log}(LM_{\infty}) + 0,6543\text{Log}(K) + 0,4634\text{Log}(T^{\circ})$$

Avec :

K paramètres de croissance (par an);

LM_∞ : longueur du manteau asymptotique exprimée en centimètre;

T°: température moyenne annuelle en °C de l'eau où vit le stock qu'on étudie. Dans le présent travail la température moyenne est de 13,5°C

• Méthode de Djabali, 1993

Cette méthode est basée sur les paramètres de croissance de l'espèce et le facteur température moyenne fréquentée par l'espèce. L'équation utilisée, s'écrit sous la forme :

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

Avec

LM_∞ : longueur totale asymptotique exprimée en centimètre;

K : paramètres de croissance (par an);

T° : température moyenne en degrés Celsius.

L'application de la méthode de Djabali et al. (1993) a été faite par un simple calcul sur Excel.

•Méthode de Taylor, 1960

Le principe stipule que, plus la durée de vie de l'espèce considérée est courte, plus le taux de mortalité naturelle est élevé (Mouhoub, 1986). Il donne alors une approximation de M liée à l'âge auquel le poisson atteint 95% de sa taille asymptotique L_{∞} . Cette méthode tient compte des paramètres K et t_0 de l'équation de Von Bertalanffy

$$M = 2.996 / A0.95 \text{ avec } A0.95 = (2.996 / K) + t_0$$

3.2. Estimation de la mortalité par pêche (F)

La mort par pêche F est estimée à partir de la relation $Z = F + M$ (1). En effet en connaissant Z et M , on détermine F à partir de la relation (1).

3.3. Estimation de taux d'exploitation (E)

Le taux d'exploitation (E) est défini par Pauly (1985) comme étant la quantité :

$$E = F / (F + M) = F / Z$$

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

3.4. Recrutement et sélection

Le recrutement est le processus par lequel un groupe d'âge intègre pour la première fois le stock exploitable. Cela se définit par un âge de recrutement auquel est associée une taille moyenne de recrutement. De plus, la présence d'un groupe d'âge dans une zone de pêche n'implique pas qu'il soit immédiatement capturable par les moyens d'exploitation disponibles.

La sélection est le processus par lequel les individus recrutés entrent progressivement dans la phase exploitée. La sélection, ou taux de rétention d'un individu de taille donnée, correspond à la probabilité qu'il soit retenu par l'engin de pêche (Garcia et Le Reste, 1981).

Dans cette étude, il est impossible de déterminer la taille de recrutement. Cette dernière sera calculée à partir de la littérature.

Pour étudier la sélectivité de l'engin de pêche, en l'occurrence le chalut, deux méthodes sont généralement utilisées : la double poche et les traits alternés. En l'absence de la mise en œuvre de ces deux méthodes, l'étude peut être réalisée par des méthodes approchées, notamment celle de Pauly (1984 a et b), qui propose une estimation de la taille de première capture L_c . Selon Sparre et Venema (1996), cette taille de première capture L_c est généralement supérieure ou égale à la taille de sélection. La méthode de Pauly (1984 a et b) se base sur la partie gauche de la courbe de capture linéarisée. Cette partie ascendante représente les individus partiellement capturés par l'engin de pêche. Une façon simple d'estimer le nombre d'individus manquants à chaque âge consiste à extrapoler la droite à partir de laquelle le coefficient de mortalité totale Z est estimé. L'effectif réel du stock CT est proportionnel au nombre de poissons capturés C et la probabilité P qu'un poisson d'âge t soit présent sur les lieux de pêche s'estime à partir de :

$$P = Ct / CTt$$

Ct représente l'effectif observé par classe de taille

CTt l'effectif théorique calculé à partir de la relation

$$CTt = .e(b - Zt)$$

Z représente le coefficient de mortalité totale b

l'ordonnée à l'origine obtenue après extrapolation

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

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

3.5. Analyse virtuelle de population

Plusieurs méthodes sont mises en œuvre pour évaluer le stock des Céphalopodes (Pierce et Guerra, 1994), parmi eux, les modèles structurés comme l'analyse de population virtuelle VPA qui a déjà été utilisée par Jeon (1982) en baie de Gascogne et Royer et *al.* (2002) dans la manche.

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

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

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

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

Où : C_i : capture en nombre de chaque âge i ; Z_i et F_i : mortalités totales et par pêche de chaque âge i ; N_{i+1} : nombre de survivants à la fin de l'année pour rendre compte d'une capture C_i de chaque âge i ; Δt : intervalle de temps.

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

Dans la présente étude, l'analyse des populations virtuelles est basée sur la production de *L. vulgaris* enregistrée pour l'année 2020.

Résultats et discussions

Résultats et discussions

1. Sex-ratio

1.1. Sex-ratio globale

Au cours d'une période d'observation de cinq mois (de novembre 2024 à avril 2024, à l'exception du mois de janvier), le sexe de 152 individus de *Loligo vulgaris* a pu être déterminé. Les résultats révèlent une proportion de mâles de 51,32 % et de femelles de 48,68 %, indiquant une répartition quasi équilibrée entre les deux sexes, avec une légère prédominance des mâles (tableau 3.1). Le rapport mâles/femelles (M/F) confirme cette tendance, suggérant une légère supériorité numérique des mâles au sein de la population échantillonnée.

Tableau 3.1. Pourcentages des sexes de *Loligo Vulgaris*

Sexe	Effectifs	Pourcentage (%)
Mâles	78	51.32
Femelles	74	48.68
Total	152	100

Moreno et al. (2002) ont étudié la sex-ratio de *Loligo vulgaris* dans plusieurs zones (France, Portugal, banc saharien et Grèce), et ont observé des variations marquées selon la région, la saison et la taille. Dans les zones atlantiques tempérées (France, Portugal), les femelles dominaient les captures au cours de la période de reproduction principale, tandis que les mâles devenaient plus fréquents dans les grandes classes de taille. À l'inverse, en mer Égée (Grèce), les mâles étaient plus nombreux tout au long de l'année, ce qui révèle une diversité de stratégies reproductives ; Ils concluent que le sex-ratio est influencé par la croissance différentielle, la maturation précoce chez les mâles et les conditions environnementales régionales. Arkhipkin (1995), travaillant sur la population du banc saharien, a confirmé que les mâles de *L. vulgaris* atteignent l'état de maturité à un âge plus précoce que les femelles, ce qui peut expliquer leur surreprésentation dans certaines classes de taille. Son analyse des statolithes a mis en évidence que la taille au moment de la maturation varie fortement avec l'environnement, particulièrement la température et la disponibilité alimentaire. De son côté, Rocha (1994), étudiant les populations de Galice, a observé une distribution bimodale des sexes selon la taille, avec un pic de femelles dans les tailles moyennes, suivi d'une dominance masculine dans les grandes tailles. Il a interprété ce schéma comme le résultat de cycles de croissance asynchrones entre sexes, liés à la reproduction intermittente. Bettencourt et al. (1996), au sud du Portugal, ont rapporté que les mâles présentaient des croissances plus rapides et atteignaient des tailles supérieures, ce qui entraîne une dominance masculine dans les classes de grande taille, surtout en fin de cycle reproductif. Ces auteurs relient aussi cette tendance à une mortalité post-spawning plus marquée chez les femelles, ce qui déséquilibre le sex-ratio en fin de saison.

L'étude menée par Šifner et Vrgoč (2004) sur une population de 1583 individus de *Loligo vulgaris* dans l'Adriatique centrale a révélé un ratio des sexes global légèrement en faveur des mâles, avec un rapport m/f de 1,08:1, soit 52 % de mâles contre 48 % de femelles, un résultat très proche de cette présente étude.

Les résultats obtenus par le test de khi2 sont regroupés dans le tableau 3.2. **Tableau**

3.2. Résultats de test de khi2 calculé pour le sex-ratien

	Mâles	Femelles	Total
Pourcentage	51.32	48.68	100
Effectif observé	78	74	152
Effective théorique	76	76	152
Khi2 calculé	0.105		
Khi2 théorique	3.84		
ddl=1	1		
$\alpha=0.05$	5		

Les résultats de notre étude montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les mâles et les femelles de *Loligo vulgaris*. Puisque la valeur du Khi2 calculé (2.75) est moins que la valeur du Khi2 théorique (3.84), on accepte H0.

Cette observation est confirmée par plusieurs études précédentes. Par exemple, Villanueva et al. (1997) ont rapporté que *Loligo vulgaris* se trouve principalement entre 20 et 250 mètres de profondeur, avec une cohabitation des mâles et des femelles dans cette plage bathymétrique. De même, García et al. (2005) dans le golfe de Cadix ont montré que les captures de *L. vulgaris* comprennent des mâles et des femelles principalement entre 15 et 100 mètres, sans différence significative dans leur distribution spatiale. En Méditerranée occidentale, des études telles que celles de Ménard et al. (2021) ont également observé que les calmars matures des deux sexes sont présents dans les eaux peu profondes, généralement en dessous de 100 mètres, ce qui corrobore nos résultats.

1.2. Sex-ratio en fonction de la taille

L'analyse du sex-ratio selon la taille (Tableau 3.3, figure 3.1) montre une variation nette entre les différentes classes de taille mesurées. Chez les individus de petite taille (2 à 4 mm), la répartition entre mâles et femelles est relativement équilibrée, avec une légère prédominance des femelles à 3 mm (56 %) et une parité parfaite à 2 mm et 9 mm (50 %). À partir de 5 mm jusqu'à 7 mm, on observe une augmentation progressive de la proportion de femelles, atteignant 57,1 % à 6 mm. Cette prédominance féminine dans les tailles moyennes pourrait refléter une différence de croissance ou de développement entre les sexes à ce stade. À partir de 8 mm, la tendance s'inverse avec une domination masculine marquée (66,7 % à 8 mm), puis une absence totale de femelles dans les classes de 10, 11 et 12 mm, où 100 % des individus enregistrés sont des mâles. Cette absence peut être liée à des facteurs biologiques ou comportementaux, mais pourrait aussi s'expliquer par la taille réduite de l'échantillon dans ces classes, ce qui limite la robustesse statistique des conclusions. En effet, la précision au risque de 5 % est très variable

selon les tailles, allant de 15,1 % pour les tailles bien représentées (comme 4 mm), à 69,3 % ou même 0 % dans les classes extrêmes.

Tableau 3.3. Répartition en effectif et en pourcentage des femelles et des mâles de *Loligo Vulgaris* par classe de taille (LM en mm) et intervalle de confiance IC.

Taille LM (cm)	Effectif			Pourcentage%		
	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Précision au risque de 5%
2,5	1	1	2	50.0	50.0	69.3
3,5	11	14	25	44.0	56.0	19.5
4,5	22	20	42	52.4	47.6	15.1
5,5	15	18	33	45.5	54.5	17.0
6,5	6	8	14	42.9	57.1	25.9
7,5	8	9	17	47.1	52.9	23.7
8,5	4	2	6	66.7	33.3	37.7
9,5	2	2	4	50.0	50.0	49.0
10,5	2	0	2	100.0	0.0	0.0
11,5	2	0	2	100.0	0.0	0.0
12,5	4	0	4	100.0	0.0	0.0

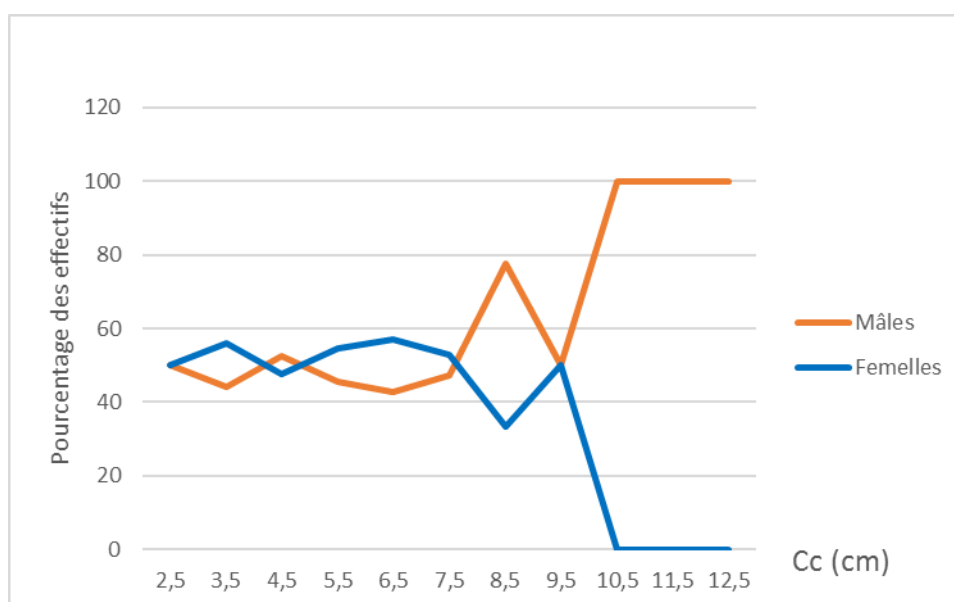


Figure 3.1. Pourcentage des femelles et des mâles *Loligo Vulgaris* en fonction de la taille avec une précision au risque $\alpha = 5\%$.

L'analyse du ratio des sexes en fonction de la longueur dorsale du manteau (Lm) a mis en évidence des variations significatives selon les classes de taille. Chez les individus de 30 à 60 mm, le ratio était équilibré (1:1). Cependant, les mâles étaient dominants dans la classe de 60 à 160 mm, tandis que les femelles prenaient le dessus entre 160 et 220 mm. Enfin, pour les grandes tailles (220–310 mm), les mâles redevenaient majoritaires,

Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Rocha & Guerra (1999) et Raya et al. (1999), qui ont également observé cette alternance de prédominance entre sexes selon la taille corporelle. Ce phénomène pourrait refléter des différences de stratégies de croissance et de maturation sexuelle entre mâles et femelles, ou encore des comportements différenciés d'agrégation selon les stades de développement, favorisant à certains moments la présence d'un sexe plutôt que l'autre dans les captures pendant la période d'échantillonnage.

1.3. Sex-ratio en fonction des mois

La figure 3.2 met en évidence des fluctuations mensuelles du sex-ratio chez *Loligo vulgaris*, pendant la période d'échantillonnage dans la région algéroise. Une dominance des mâles est observée en décembre, suivie d'une inversion de tendance en février et en avril, où les femelles deviennent proportionnellement plus abondantes. L'absence totale de données au mois de janvier s'explique par des conditions climatiques défavorables ayant empêché les sorties en mer et, par conséquent, la réalisation des opérations d'échantillonnage.

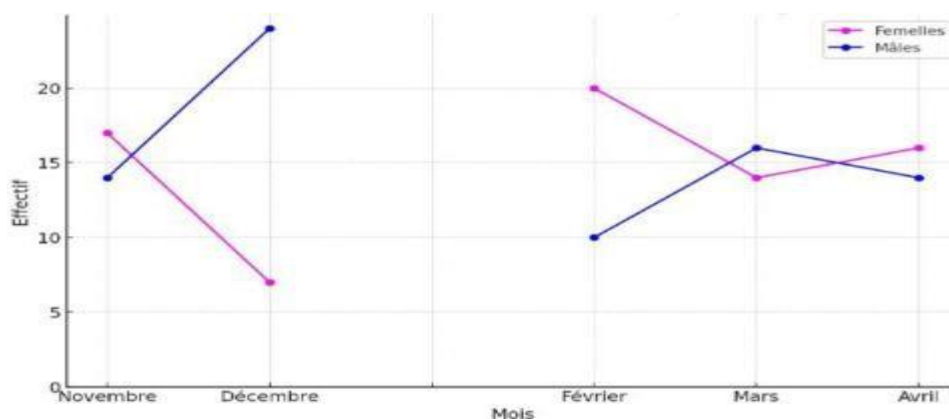


Figure 3.2. Répartition mensuelle des femelles et des mâles de *L.vulgaris* en effectif par mois.

La quantité importante des mâles dans les captures échantillonnées entre février et avril pourrait s'expliquer par une mortalité post-reproductive des femelles après la ponte, phénomène bien documenté chez plusieurs céphalopodes (Holme, 1974 ; Augustyn, 1990 ; Sauer et al., 1992 ; Moreno et al., 1994). D'autres études menées dans le nord et le centre de l'Adriatique (Flamigni et Giovanardi, 1984) ainsi que dans d'autres régions (Coelho et al., 1994 ; Mangold-Wirz, 1963) ont également mis en évidence une domination saisonnière des mâles, confirmant que ce phénomène est récurrent et non spécifique à la zone étudiée. Cela suggère une régularité

•
biologique probablement liée au comportement reproducteur ou à la stratégie de survie de l'espèce.

2. Etude de la croissance

2.1. Distribution fréquence de taille

Selon les résultats du tableau 3.4, 152 individus de l'espèce *Loligo vulgaris* ont été échantillonnés sur une période de cinq mois (Novembre 2024 à avril 2025), sans répartition préalable en classes de taille de 2 mm de longueur du manteau. Cette distribution est illustrée par la figure 3.3.

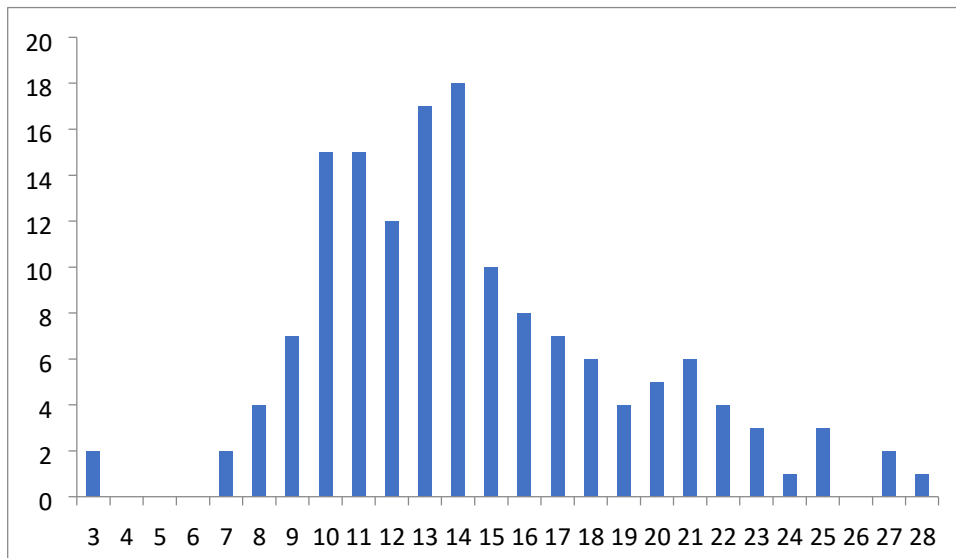


Figure 3.3. Distribution fréquence-tailles de *L. vulgaris* en longueur du manteau de la région centre algérienne.

Ces intervalles de longueur total sont inférieurs à celles observées par d'autres auteurs tels que Arkhipkin (1995) avec un intervalle de 31mm à 498mm (ouest du Sahara occidentale) ; Bettencourt et al (1996) : de 32 à 400mm (Sud du Portugal) ; Rocha et Guerra (1999): de 70 à 480mm (nord-ouest de l'Espagne) ; et Morano et al. (2007) de 21mm à 546mm (au sud du Portugal), ceci serait probablement dû à la durée d'échantillonnage. Toutefois, les mensurations relavées par Pierce et al (1994) au large de Lisbonne restent voisines au résultat de cette présente étude, à savoir, entre 53 et 254mm de LT.

2.2. Distribution des tailles par mois

Tableau 3.4 nombre d'individu par sexe pour chaque mois, c'est important

Cc (cm)	Novembre		Décembre		Février		Mars		Avril	
	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f
2,5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
3,5	0	0	4	2	0	0	3	4	4	7
4,5	1	1	11	4	5	7	1	4	3	5
5,5	1	2	5	2	5	10	3	2	1	2
6,5	1	4	2	0	0	2	3	2	0	0
7,5	0	5	1	0	0	1	3	1	4	2
8,5	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0
9,5	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0
10,5	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
11,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12,5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.3. Comparaison de la taille moyenne des deux sexes

Deux types de longueur ont été pris en considération lors de l'échantillonnage (voir le titre échantillonnage en matériels et méthodes), longueur totale (LT) et longueur du manteau (LM). Pour des fins de comparaison avec d'autres auteurs, les tailles moyennes des deux longueurs sont calculées. Les résultats montrent que la LT moyenne est de $14,69 \pm 4,73$ cm chez les femelles ($n = 60$) et de $15,34 \pm 5,31$ cm chez les mâles ($n = 56$), avec une différence de 0,65 cm. Le test statistique effectué indique que cette différence n'est pas significative ($|Z| = 0,69 < 1,96$). Ces résultats suggèrent donc qu'il n'existe aucune différence significative entre les sexes en ce qui concerne la taille, tant pour la longueur totale. De même, la longueur du manteau (LM) a été analysée afin de comparer les tailles entre les deux sexes. La LM moyenne est de $5,23 \pm 1,63$ cm chez les femelles ($n = 60$) et de $5,43 \pm 1,80$ cm chez les mâles ($n = 56$), soit une différence de 0,20 cm. Le test statistique appliqué montre que cette différence n'est pas significative ($|Z| = 0,64 < 1,96$). Par conséquent, on peut conclure qu'il n'existe aucune différence significative entre mâles et femelles concernant la longueur du manteau dans la population échantillonnée de *Loligo vulgaris*.

Tableau 3.5. Comparaison entre les tailles moyennes des mâles et des femelles de *L. vulgaris*

Paramètre	Groupe	Effectif (n)	Moyenne (\bar{X})	Variance (S^2)	Écart-type (S)
-----------	--------	------------------	-----------------------	--------------------	--------------------

LT	Femelles	$n_1=60$	$\bar{X}_1=14.69\text{cm}$	$S^2_1=22.33$	$S_1=4.73\text{cm}$
	Mâles	$n_2=56$	$\bar{X}_2=15.34\text{cm}$	$S^2_2=28.15$	$S_2=5.31\text{cm}$
LM	Femelles	$n_1=60$	$\bar{X}_1= 5.23 \text{ cm}$	$S^2_2=2.65$	$S_1=1.63\text{cm}$
	Mâles	$n_2=56$	$\bar{X}_2=5.43\text{cm}$	$S^2_2=3.24$	$S_2=1.80\text{cm}$

En se basant sur ce dernier résultat, il serait plus judicieux de considérer la croissance à sexes confondus.

2.4.Détermination de clé-âge-longueur par la méthode de Bhattacharya

Les résultats obtenus pour un sexe confondu sont présentés dans le tableau 3.6 et la figure 3.4.

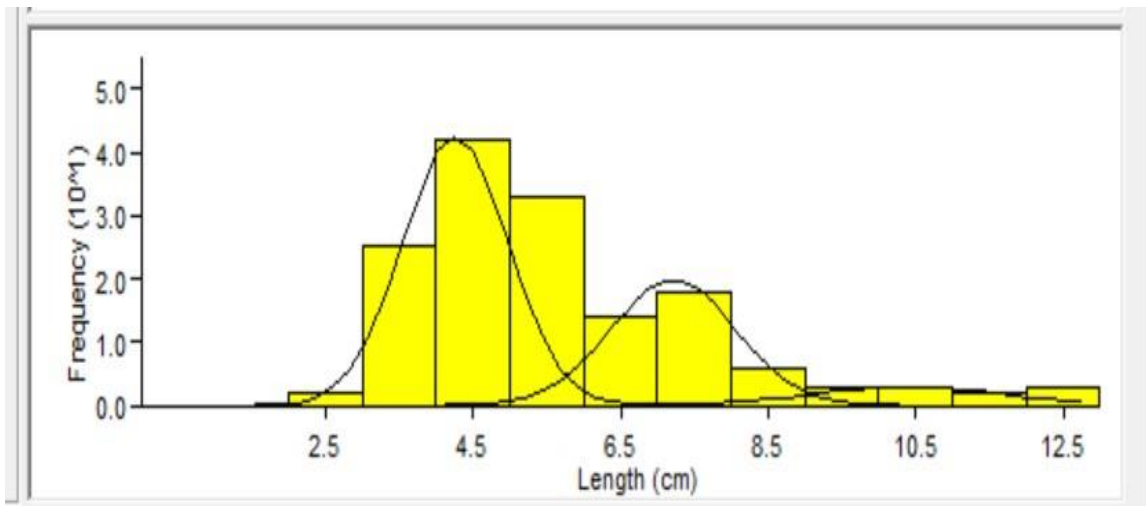


Figure 3.4. Décomposition de la distribution de fréquences de tailles de *Loligo vulgaris* sexe confondu en cohortes par la méthode de Bhattacharya (FISAT II, 2005).

Tableau 3.6. Clé âge-longueur obtenue par la méthode de Bhattacharya (FISAT II)

Classe d'âge	LM(cm)
1	4.26
2	7.21
3	10.4

L'analyse de la structure en âge de *Loligo vulgaris* à partir de la méthode de Bhattacharya a permis d'identifier trois classes d'âge avec des longueurs moyennes du manteau respectives de 4,26 cm, 7,21 cm et 10,4 cm.

Moreno et al., (2007) suggère fortement que les tailles inférieures à 7 cm, serait des stades très jeunes, capturés probablement dans des zones côtières peu profondes ou issues d'un recrutement très récent.

2.5.Détermination des paramètres de croissance

Afin d'établir l'équation de croissance de Von Bertalanffy, les paramètres de croissance sont calculés.

a. Estimation de L_{∞}

Les valeurs de L_{∞} obtenues par deux méthodes sont représentées dans le tableau 3.7.

Tableau 3.7. Longueurs asymptotiques LM_{∞} obtenues par différentes méthodes

Méthodes	Longueur selon l'âge (length-at-age)	Powell-Wetherall
LM_{∞} (cm)	14	13,23

Les valeurs de LM_{∞} obtenues par les deux méthodes citées dans le tableau sont très proches. La longueur asymptotique estimée à l'aide de la méthode de Powell-Wetherall, a été retenue dans cette étude car elle se base que la distribution de fréquence de taille.

b. Estimation de K

Méthode de (Pauly et Munro 1984)

La valeur de l'indice de performance de croissance \emptyset' a été calculée à partir des données de la bibliographie, malgré l'inexistence des travaux dans la région algéroise et la manque des résultats dans la région méditerranéenne, les valeurs illustrées dans le tableau 3.8 ont pu être collectées.

•
Tableau 3.8. Paramètres de croissance de *L. vulgaris* obtenus pour la totalité de la population par des auteurs de la région méditerranéenne.

Région	Sexe	L_{∞} (cm)	k (an ⁻¹)	ϕ'	Référence
Méditerranée occidentale	Combiné	34.5	0.43	2.71	Challier et al. (2005)
Méditerranée orientale	Combiné	35.6	0.48	2.78	Lefkaditou & Kavadas (2008)

Les différentes valeurs de ϕ' calculé à partir des couples L_{∞} et K btenues par des auteurs de la région méditerranéennes ont permis l'estimation de ϕ' moyen. Cette valeur serait de 2.784 donnant, après application de l'équation de Pauly et Munro (1984), la valeur de K de 0,595/an

Méthode de ELEFAN

Les résultats obtenus à partir de l'analyse de croissance effectuée par la méthode ELEFAN (figure 3.5), appliquée via le logiciel FiSAT, ont permis d'estimer le paramètre K à 0,490 an⁻¹ elle est issue de l'ajustement des courbes de croissance à partir des distributions de fréquence de taille.

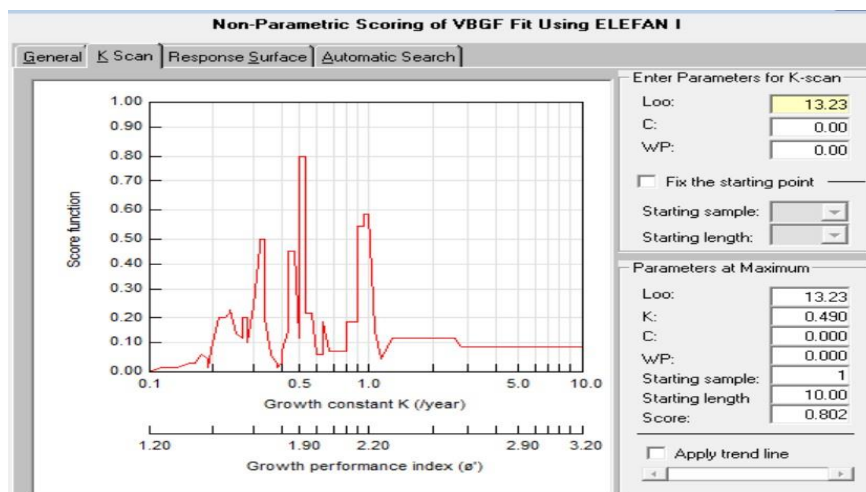


Figure 3.5.. Estimation du paramètre de croissance K par la méthode ELEFAN I à l'aide du logiciel FiSAT.

Méthode de longueur selon l'âge

Les résultats obtenus à partir de l'analyse de croissance effectuée par la méthode Length-at-Age, appliquée via le logiciel FISAT, ont permis d'estimer le paramètre K à 0,40 an⁻¹ (figure 3.6).

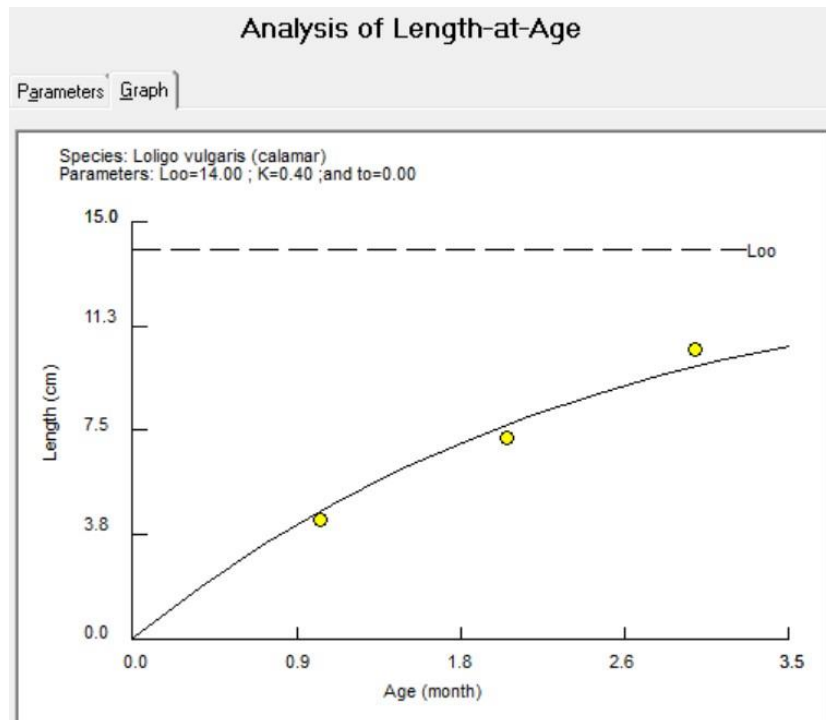


Figure 3.6. Estimation du paramètre de croissance K par la méthode Length-at-Age à l'aide du logiciel FiSAT.

Tableau 3.9. Valeur de K obtenus par différentes méthodes

Méthodes	Pauly et Munro (1984)	ELEFAN	Length-at-âge
K (/an)	0,59	0,49	0,4

La comparaison de ces résultats avec les données bibliographiques montre une grande ressemblance avec les travaux de Challier et al. (2005) qui ont rapporté une valeur de $K = 0,43 \text{ an}^{-1}$ en Méditerranée occidentale, tandis que Lefkaditou & Kavadas (2008) ont trouvé $K = 0,48 \text{ an}^{-1}$ en Méditerranée orientale. La valeur de 0,49 sera utilisée pour la suite de l'étude. **b.**

Estimation de t_0

L'estimation du paramètre t_0 pour *Loligo vulgaris*, obtenue dans cette étude à l'aide de l'équation de Pauly (1980) et sur la base des valeurs de $LM_{\infty} = 13.23 \text{ cm}$ et $K = 0,49 \text{ an}^{-1}$, a donné $t_0 = -0,33 \text{ an}$. Cette valeur est strictement identique à celle rapportée par Challier et al. (2005) pour les populations de *L. vulgaris* en Méditerranée occidentale, ce qui suggère une cohérence écologique et biologique forte entre la population étudiée et celles décrites

• dans cette région. Une telle convergence appuie la validité des paramètres estimés dans le présent travail, notamment en ce qui concerne la structuration du modèle de croissance. La figure 3.7 représente les courbes de croissances linéaires obtenues après estimation des paramètres de l'équation de Von Bertalanffy qui s'écrivent respectivement:

$$LM_T = 13,23 (1 - e^{-0.49(t+0.33)}).$$

Dans le cadre de cette étude, le choix de l'intervalle d'âge utilisé pour la représentation graphique du modèle de croissance de Von Bertalanffy a été fondé sur des considérations biologiques et bibliographiques. Ainsi, nous avons retenu une plage allant de 0 à 16 mois, soit jusqu'à environ 480 jours. Ce choix repose principalement sur les travaux de Moreno et al. (2007), qui ont observé une longévité maximale de 15 mois chez *Loligo vulgaris*, avec des âges variant de 87 à 446 jours chez les individus échantillonnés. Cette période couvre l'essentiel du cycle de vie de l'espèce, depuis les stades juvéniles précoces jusqu'à la maturité. De plus, cette plage temporelle permet de visualiser de manière complète la dynamique de croissance, notamment la phase de décélération du taux de croissance à l'approche de la longueur asymptotique (L_∞), caractéristique du modèle de Von Bertalanffy. Ce raisonnement est également appuyé par d'autres études similaires sur *L. vulgaris* (Arkhipkin, 1995 ; Challier et al., 2005), qui ont adopté des plages d'âge couvrant en moyenne 12 à 15 mois. En somme, l'intervalle de 0 à 16 mois adopté dans ce travail garantit une modélisation cohérente, fidèle à la biologie de l'espèce, et conforme aux standards méthodologiques de la littérature scientifique.

Tableau 3.10. Longueur moyennes théoriques de *L. vulgaris* (modèle de Von Bertalanffy)

Classe d'âge	LM (mm)
0	1.975287
1	6.3350657
2	9.0059813
3	10.642255
4	11.644679
5	12.25879
6	12.635011

7	12.865494
8	13.006694
9	13.093197
10	13.146191
11	13.178656
12	13.198545
13	13.21073
14	13.218195
15	13.222768
16	13.225569

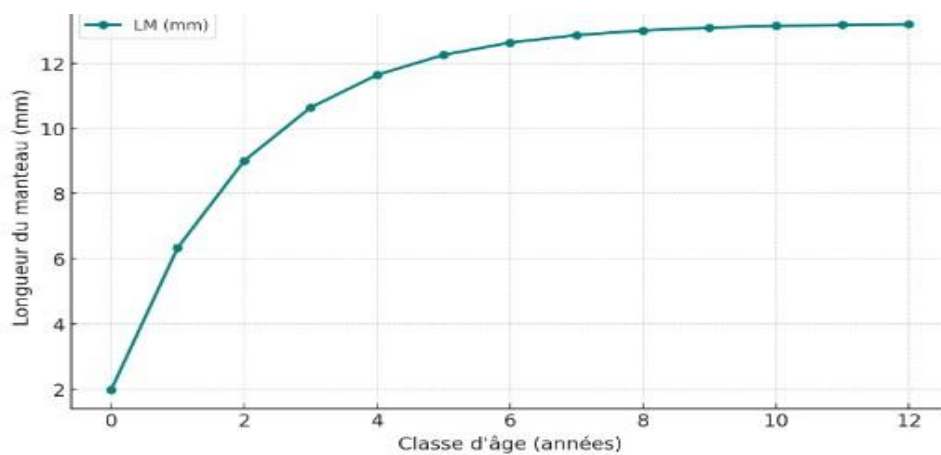


Figure 3.7. Longueur moyennes théoriques de *L. vulgaris* (modèle de Von Bertalanffy)

L'évolution de la longueur du manteau (LM) en fonction de la classe d'âge chez *Loligo vulgaris* avec les paramètres estimés ($L_{\infty} = 13,23$ mm, $K = 0,49$ an⁻¹, $t_0 = -0,33$ an), met en évidence une dynamique de croissance linéaire rapide durant les premiers stades de vie, suivie d'un ralentissement progressif au-delà du troisième mois. De 1,97 mm à l'éclosion (âge 0), la longueur du manteau atteint environ 10,6 mm à l'âge de 3 mois, traduisant une phase de croissance intense typique des céphalopodes juvéniles. À partir du quatrième mois, la croissance se poursuit à un rythme modéré, avec des valeurs comprises entre 11,64 mm et 13,22 mm de LM jusqu'à la classe d'âge 16. Ce ralentissement marqué suggère une transition vers une phase de maturation biologique où l'énergie est davantage investie dans la reproduction que dans l'allongement corporel. La quasi-stabilisation des longueurs à partir du 13^e mois (LM \approx 13,21–13,22 mm) indique une atteinte progressive de la taille maximale dans les conditions étudiées. Ce comportement est cohérent avec la biologie de *L. vulgaris*, espèce à croissance rapide et à cycle de vie court, caractérisée par une acquisition rapide de la taille du manteau durant les premiers mois, suivie d'une asymptote traduisant la fin de la phase de croissance.

somatique. Ce profil souligne l'importance du suivi de la longueur du manteau comme indicateur morphologique clé dans les études de croissance, notamment en raison de sa forte corrélation avec la masse corporelle et la maturité sexuelle chez les céphalopodes. Ce profil de croissance est cohérent avec les observations biologiques décrites pour *L. vulgaris* dans le bassin méditerranéen, notamment dans les travaux de Moreno et al. (2007), où l'âge maximal enregistré avoisinait 15 mois, et la majorité des individus présentaient des âges compris entre 3 et 12 mois. L'évolution asymptotique observée ici traduit le ralentissement naturel de la croissance à l'approche de la maturité, phénomène bien documenté dans plusieurs études menées en Méditerranée (Arkhipkin, 1995 ; Challier et al., 2005).

2.6. Croissance relative

Les relations ont été obtenues à partir des poids totale (W_t) et longueurs Total de *Loligo vulgaris*. Les paramètres sont résumés dans le tableau 3.11 et illustrés dans la figure 3.8

Tableau 3.11 allométries de croissance relative

résultats	Equation	a	b	R ²	Type d'allométrie
sexe confondu	$W_t = 0,5308 LM^{0.8672}$	0.5308	0.87	0.7289	minorante
	$W_t = 2.7678 LM^{2.043}$	2.7678	2.04	0.9128	minorante
	$W_t = 0,44 LM^{1.957}$	0,4440	1.96	0,8050	minorante

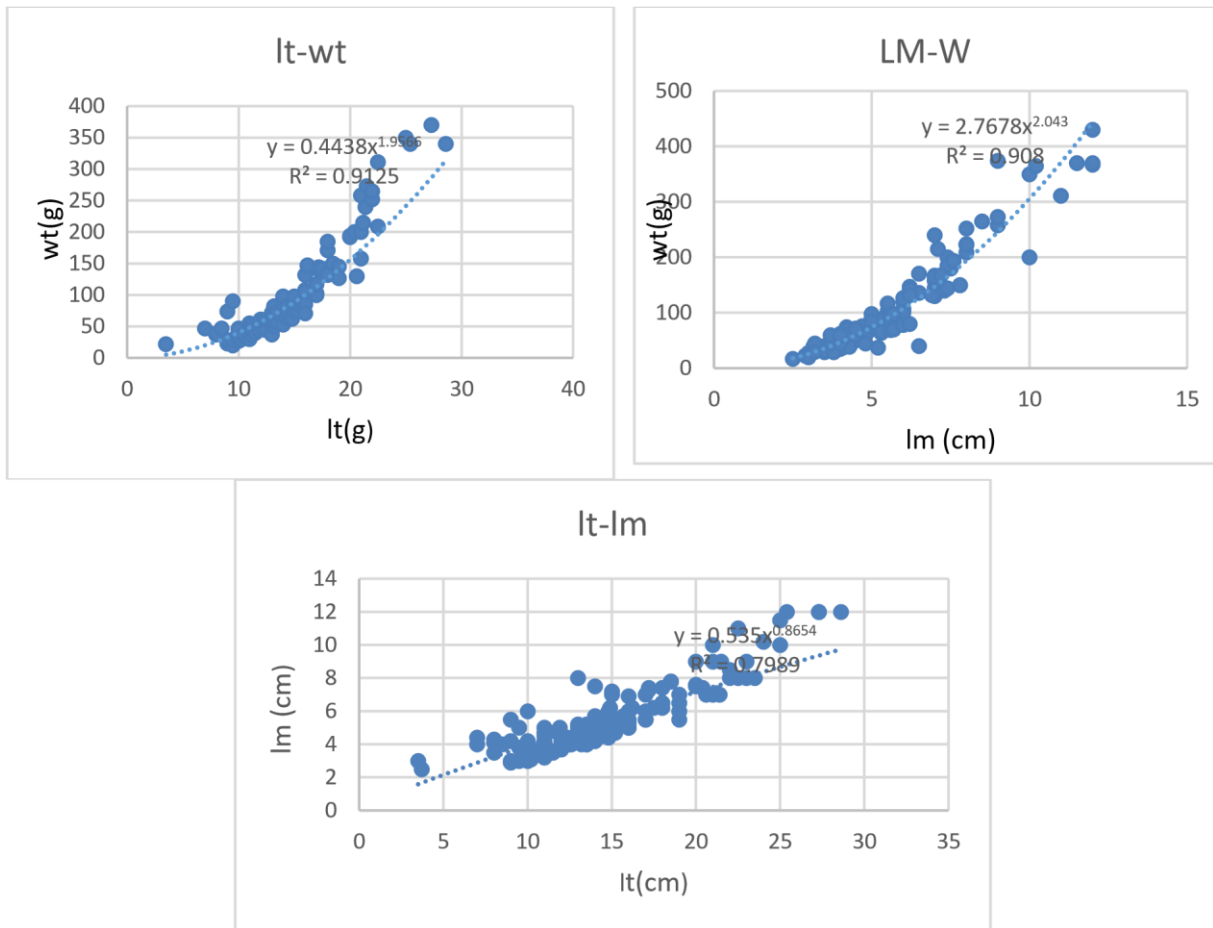


Figure 3.8 Relations biométrique chez *L. vulgaris*

L'analyse des relations allométriques entre le poids corporel (Wt) et les longueurs corporelles (longueur totale, Lt, et longueur du manteau, LM), exprimées sous la forme d'équations de type $Wt = aL^b$, permet d'évaluer le type de croissance relative chez *Loligo vulgaris* en regroupant les sexes. Les trois équations testées présentent toutes une croissance de type allométrie minorante ($b < 3$), ce qui indique que l'augmentation du poids se fait à un rythme inférieur à celui de la croissance en longueur. Autrement dit, les individus deviennent plus longs plus rapidement qu'ils ne deviennent massifs, une tendance fréquente chez les céphalopodes juvéniles et subadultes.

La première relation, basée sur la longueur totale (Lt) ($Wt = 0,5308 Lt^{0,87}$), affiche un coefficient b particulièrement faible ($b = 0,87$), avec un $R^2 = 0,7289$, ce qui suggère un ajustement relativement faible. Cette faiblesse peut être liée à une variabilité importante des longueurs totales ou à une moins bonne représentativité biologique de cette mesure.

La seconde équation ($Wt = 2,7678 LM^{2,04}$), utilisant la longueur du manteau (LM) comme variable indépendante, montre la meilleure qualité d'ajustement ($R^2 = 0,9128$), avec un coefficient b supérieur à celui de la première relation. Cette équation reflète une croissance

légèrement allométrique négative et suggère que la masse corporelle est plus directement liée à la longueur du manteau qu'à la longueur totale.

La troisième relation ($W_t = 0,4440 LM^{1,96}$) confirme également une croissance minorante, avec un coefficient de détermination ($R^2 = 0,8050$) et une valeur de b proche de celle de la deuxième équation. Ces résultats confirment la pertinence de la longueur du manteau comme meilleur prédicteur du poids corporel chez *L. vulgaris*.

Les auteurs ayant étudié la croissance de *L. vulgaris*, affirment aussi une croissance minorante, tels que Guerra et al (1992) et Compillo (1993) avec un b de 2,5 ; Sanchez et al (2006) ont calculé un b de 2,45 ainsi que Morano et al (2007) qui ont noté un b de 1.98.

2.7.Croissance pondérale

La taille asymptotique LM_∞ est remplacée dans les équations de la relation taille-poids pour obtenir les différents poids asymptotique W_∞ . Les équations de croissance pondérale de Von Bertalanffy est alors :

$$W_t = 4.98 (1 - e^{-0.49 (t+0.33)})^{0.87}$$

$$W_t = 2.76 (1 - e^{-0.49 (t+0.33)})^{2.04}$$

$$W_t = 68.92 (1 - e^{-0.49 (t+0.33)})^{1.95}$$

Tableau 3.12.poids théorique en fonction des âges de *L.vulgaris*

Classe d'âge	Wt (g)	Classe d'âge	Wt (g)	Classe d'âge	Wt (g)
0	0.6465331	0	152.2992	0	18.69242533
1	2.1366928	1	398.38189	1	49.66385835
2	3.1144277	2	488.81384	2	61.5376224
3	3.7559465	3	522.04632	3	66.08976155
4	4.1768647	4	534.25879	4	67.83495126
5	4.4530408	5	538.7467	5	68.50401848
6	4.6342475	6	540.39595	6	68.76052409
7	4.7531422	7	541.00202	7	68.85886269
8	4.8311524	8	541.22474	8	68.89656353
9	4.882337	9	541.30659	9	68.91101721

10	4.9159206
11	4.9379557
12	4.9524136
13	4.9618998
14	4.968124
15	4.9722078
16	4.9748873

10	541.33667
11	541.34772
12	541.35179
13	541.35328
14	541.35383
15	541.35403
16	541.3541

10	68.91655842
11	68.91868281
12	68.91949725
13	68.91980948
14	68.91992919
15	68.91997508
16	68.91999268

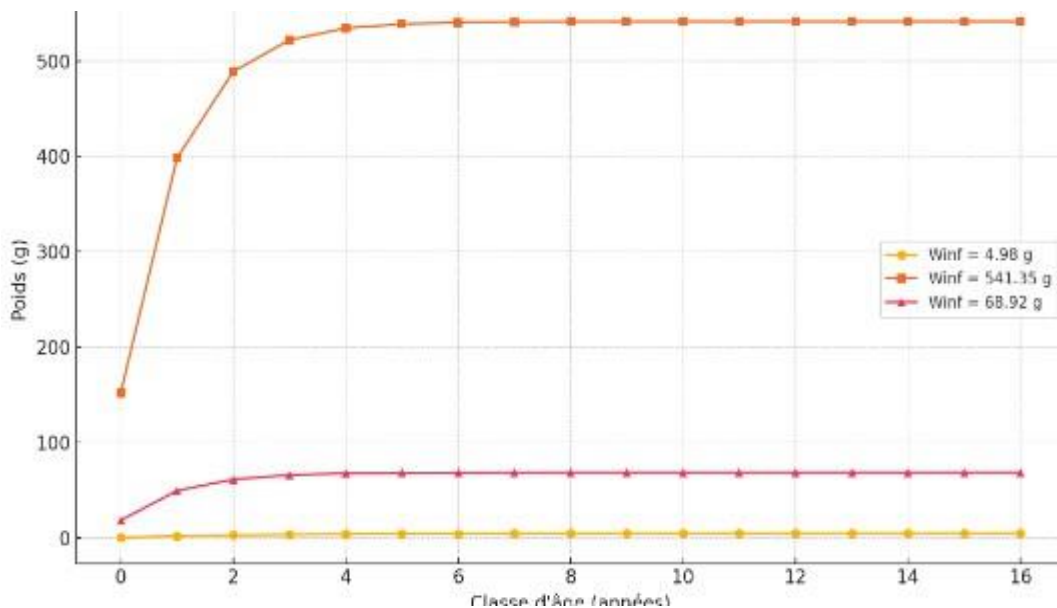


Figure 3.9 Courbe de croissance pondérale de Von Bertalanffy *L.vulgaris* L'évolution du poids corporel théorique (W_t) en fonction de l'âge, calculée à partir du modèle de Von Bertalanffy appliqué à trois scénarios biologiques distincts, met en évidence des dynamiques de croissance différenciées selon le paramètre asymptotique W_∞ .

Dans le premier cas, où $W_\infty = 4,98$ g (relation entre la longueur totale (L_t) et le poids corporel (W_t)), la croissance pondérale apparaît extrêmement limitée. Le poids théorique plafonne rapidement dès les premiers mois de vie, ne dépassant pas 5 g à partir du 2^e mois. Cette configuration suggère une sous-estimation importante du potentiel de croissance, probablement liée à une relation allométrique peu représentative, et ne reflète pas fidèlement la biologie des céphalopodes.

Dans le second cas, avec $W_\infty = 541,35$ g (relation entre la longueur du manteau (LM) et le poids corporel), la courbe montre une croissance très rapide durant les cinq premiers mois, atteignant l'asymptote précocement autour de 540 g. Le poids reste ensuite constant jusqu'à la fin du cycle. Bien que cette dynamique puisse s'apparenter à certaines espèces à fort potentiel de croissance, elle semble exagérée dans le contexte de *Loligo vulgaris*, connu pour une croissance modérée et continue jusqu'à maturité.

•
 Le troisième cas, correspondant à $W_{\infty} = 68,92$ g (relation entre la longueur totale (Lt) et la longueur du manteau (LM)), présente une dynamique de croissance plus réaliste. Le poids augmente rapidement jusqu'au 5^e mois (≈ 67 g), puis tend progressivement vers une asymptote autour de 69 g. Cette trajectoire correspond bien aux caractéristiques des céphalopodes à cycle de vie court comme *L. vulgaris*, marqués par une croissance rapide suivie d'un ralentissement à l'approche de la maturité

3. Etude d'exploitation

3.1. Coefficient de mortalité totale (Z)

La distribution de fréquence de taille de *L. vulgaris* permis dans le chapitre croissance d'appliquer la méthode de Powell–Wetherall. Les données de sortie de cette méthode donnent une valeur de Z/K de (0.613) . La mortalité totale Z obtenue par cette méthode est calculée en remplaçant la valeur de K (0,49/an).

Le tableau 3.13. illustre l'estimation de la mortalité totale de *L. vulgaris* par la méthode de la courbe des captures, par la méthode de Jones et Van Zalinge (1981) ainsi que par la méthode de Powell–Wetherall.

Tableau 3.13. Coefficient de mortalité totale (Z) obtenu par différentes méthodes

Méthodes	Courbe des captures	Jones et Van Zalinge	Powell–Wetherall
Z (an ⁻¹)	1.09	1.39	0.566

La valeur de la mortalité totale (Z) estimée et retenue dans cette étude est celle obtenue par la méthode de la courbe de capture avec la valeur de $1,09$ an⁻¹, ce qui représente une valeur intermédiaire et raisonnable comparée aux estimations issues d'autres approches. En effet, la méthode de Jones et van Zalinge a fourni une valeur plus élevée ($Z = 1,39$ an⁻¹), ce qui peut s'expliquer par la tendance de cette méthode à surestimer la mortalité dans les populations à cycle de vie court et à exploitation intense, comme c'est le cas chez *Loligo vulgaris*. À l'inverse, l'estimation obtenue par la méthode de Powell-Wetherall ($Z = 0,566$ an⁻¹) est nettement plus faible, probablement en raison de l'hypothèse d'un recrutement stable et de la sousreprésentation possible des plus petites classes de taille dans l'échantillonnage, menant ainsi à une sous-estimation du paramètre Z . Comparativement, les travaux de Royer et al. (2002) sur *Loligo vulgaris* dans la Manche orientale ont rapporté des valeurs de Z variant de $0,7$ à $2,2$ an⁻¹, tandis qu'Augustyn et al. (1992), sur *Loligo vulgaris*, ont mis en évidence une forte variabilité liée aux conditions environnementales et à la pression de pêche. Ainsi, la valeur obtenue par la courbe de capture dans la présente étude se situe dans la plage attendue,

renforçant sa crédibilité et traduisant un équilibre méthodologique acceptable entre les différentes approches d'estimation.

3.2.Coefficient de mortalité naturelle (M)

Le tableau 3.14. illustre l'estimation de la mortalité naturel de *L.vulgaris* par la méthode de la Pauly (1980), par la méthode de Djabali (1993) et par la méthode de Taylor (1960).

Tableau 3.14. Coefficient de mortalité naturel (M) obtenu par différentes méthodes

Méthodes	Pauly (1980)	Djabali (1993)	Taylor (1960)
M(an ⁻¹)	1.18	0.5	0.51

Dans cette étude, le taux de mortalité naturelle (M) de *Loligo vulgaris* a été estimé à l'aide de trois méthodes empiriques. La formule de Pauly (1980) a donné une valeur élevée de 1,18 an⁻¹. Cette valeur est écartée car elle dépasse la mortalité totale (Z), celle de Djabali (1993) a fourni une estimation plus modérée de 0,5 an⁻¹, tandis que la méthode de Taylor (1960) a permis d'obtenir une valeur de 0,51 an⁻¹. Après comparaison, la valeur obtenue par la méthode de Taylor a été retenue, car elle semble la plus appropriée aux caractéristiques biologiques de *Loligo vulgaris*, espèce à croissance rapide et à cycle de vie court. La méthode de Taylor repose sur une relation directe entre l'âge maximal et la mortalité naturelle, ce qui la rend adaptée à ce type d'espèce.

Roberts et Sauer (1994) ont également travaillé sur *Loligo vulgaris* et ont rapporté des taux de mortalité naturelle élevés, mettant en évidence une mortalité importante associée aux caractéristiques biologiques de l'espèce. Agnew et al. (2000) ont confirmé des taux de mortalité naturelle élevés pour *Loligo vulgaris*, reflétant une dynamique de population sensible aux variations environnementales. Roel et Butterworth (2000) ont aussi utilisé des valeurs élevées de mortalité naturelle pour cette espèce dans le cadre de leurs évaluations.

La valeur choisie dans cette étude (0,51 an⁻¹) reste plus modérée par rapport aux taux rapportés dans les travaux mentionnés, mais elle est scientifiquement cohérente et adaptée aux spécificités biologiques de la population étudiée en Méditerranée. L'adoption d'un taux raisonnable permet une évaluation équilibrée et évite la sous-estimation de la mortalité par pêche.

• 3.3.Coefficient de mortalité par pêche (F)

A partir des valeurs de Z et de M calculées précédemment, les résultats de la mortalité par pêche sont reportés sur le tableau 3.15 ainsi que les valeurs du taux d'exploitation E calculée à partir du rapport F/Z.

Tableau 3.15. Paramètres de mortalité et taux d'exploitation de *Loligo vulgaris*.

	Z(an-1)	M(an-1)	F(an-1)	E
Mortalité	1.09	0.51	0.58	0.532

Dans la présente étude menée en Méditerranée, le taux de mortalité naturelle (M) de *Loligo vulgaris* a été estimé à 0,51 an⁻¹ à partir de la méthode de Taylor (1960), et le taux de mortalité totale (Z) a été fixé à 1,09 an⁻¹. Sur cette base, le taux de mortalité par pêche (F) a été calculé et s'élève à 0,58 an⁻¹, avec un taux d'exploitation (E) de 53,2%.

Ce niveau d'exploitation indique une pression de pêche modérée sur *Loligo vulgaris* dans la zone méditerranéenne étudiée. Un taux d'exploitation supérieur à 50% suggère une contribution significative de la pêche à la mortalité totale, mais sans dépasser les seuils critiques qui pourraient indiquer une surexploitation.

Dans les études antérieures portant sur *Loligo vulgaris*, Royer et al. (2002) ont rapporté des taux de mortalité naturelle plus élevés (jusqu'à 2,4 an⁻¹) pour la Manche, accompagnés de taux de mortalité par pêche significativement plus élevés que ceux observés dans la présente étude. Ces niveaux de mortalité par pêche élevés, observés dans les zones de l'Atlantique, traduisent une exploitation plus intensive que celle constatée en Méditerranée.

3.4Recrutement et sélection

La littérature donne un âge de 4 mois pour le recrutement. En appliquant notre équation de Von Bertalanffy avec les paramètres de croissance obtenues, la taille de recrutement serait de 3,65cm.

La courbe de sélectivité obtenue pour *Loligo vulgaris* met en évidence une augmentation progressive de la probabilité de capture en fonction des classes de taille. Les paramètres de sélection calculés indiquent que 25 % des individus sont capturés à une longueur de 1,92 cm (L25), 50 % des individus sont capturés à 2,42 cm (L50), et 75 % des individus sont capturés à

2,93 cm (L75). La pente ascendante de la courbe de sélection traduit une augmentation rapide de la vulnérabilité des individus à mesure que leur taille croît. La probabilité de capture atteint des valeurs proches de 1 à partir des tailles supérieures à 3,5 cm, ce qui signifie que les individus de ces classes de taille sont presque systématiquement capturés. La faible valeur de L50 met en évidence que les engins utilisés commencent à capturer efficacement des individus de petite taille, ce qui peut entraîner une exploitation précoce du stock si ces tailles sont inférieures à la taille de première maturité. La courbe obtenue reflète ainsi le niveau de sélectivité des engins de pêche et permet d'évaluer leur impact sur la structure par taille de la population exploitée. Ces résultats sont essentiels pour orienter les décisions de gestion, notamment en matière de choix de maillage ou d'introduction éventuelle de dispositifs de sélectivité plus adaptés à la conservation des petites classes de taille.

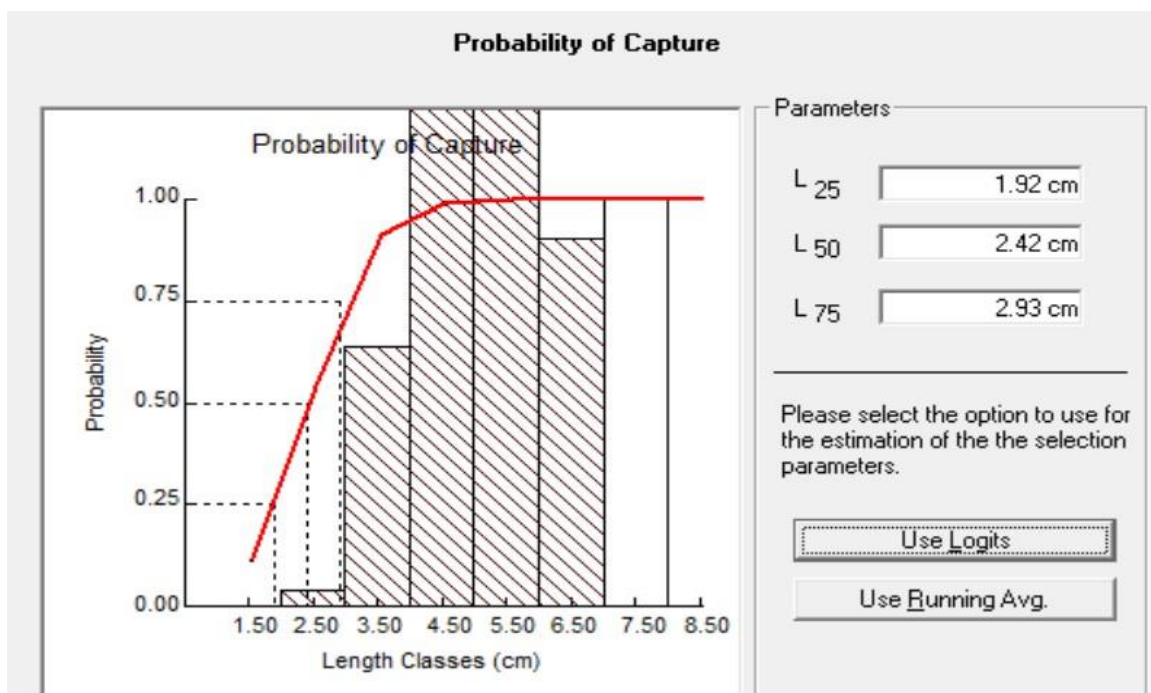


Figure3.10 . Détermination des probabilités de captures de *Loligo vulgaris*.

3.5.Analyse de population virtuelle

3.5.1.Capture en nombre et en poids

Les captures en nombre et en poids obtenus par le VIT sont rapportées dans le tableau 3.16. Les plus importantes captures en nombre sont concentrées dans la gamme de taille 4,5 cm. Le meilleur rendement en poids correspondrait à la taille de 5,5cm, 7,5cm et 12,5de LM. Les

captures les plus faibles en nombre correspondant aux tailles de 2,5 cm et 11,5 cm et du point de vue poids, entre 2,5 cm

L'exploitation de cette espèce se fait essentiellement sur une taille du point de vue nombre correspondant à la première classe d'âge et du point de vue poids, à la deuxième et troisième classe d'âge.

L'âge moyen et la taille moyenne des captures sont respectivement de 0,99 mois et 5,753 cm.

Tableau 3.16. Données nécessaires pour le calcul de la VPA de *Loligo vulgaris*.

Centre de classe	Effectifs	
2	2	Clé âge longueur Age (an) 1 2 3 Taille (cm) 4.26 7.21 10.4
3	25	
4	42	
5	33	Equation de la croissance $LT = 30.63 (1 - e^{-0.49(t+0.33)})$.
6	14	Relation taille poids $Wt = 0,44 LM^{1.957}$
7	17	
8	6	Mortalités (an-1), recrutement et sélection $Z= 1,09$; $M=0,51$; $F= 0,58$; $E= 0,53$ $Lr= 3,6$ et $Lc=2,5$
9	4	
10	2	
11	2	La production annuelle de <i>loligo vulgaris</i> dans la région algéroise pour l'année 2020 est de : 3573Kg
12	4	

Les captures en nombre et en poids pour *Loligo vulgaris* obtenus par le VIT sont rapportées dans le tableau 3.17.

Tableau 3.17. Capture en nombre et en poids

Centre de classe (cm)	Capture en nombre	Captures en poids (g)
25	1051.43	4722.48
35	12617.15	129237.3
45	22080.02	420088.5
55	17348.59	544215
65	7360.01	351563.8

75	8937.15	608671.1
85	3154.29	294591.5
95	2102.86	259339.6
105	1577.14	249668.1
115	1051.43	208792.4
125	2102.86	502110.2
Age moyen (mois)	0,99	
Taille moyenne (LM) (cm)	5,753	

3.5.2. Analyse de la Biomasse

La biomasse exploitable du stock de *L. vulgaris* dans la région algéroise était de 3573 Kg en 2020.

La taille moyenne du stock est de 5,81 cm, correspondant à une gamme de taille située entre la première et la deuxième classe d'âge. Leur poids maximum virtuel (942 107g) correspond à la taille de 7,5 cm et 13 833 individus.

Tableau 3.18. Biomasse obtenue par la VPA

Centre de classe (cm)	Nombre moyen d'individus	Poids moyen virtuel (g)
25	30 707.66	137 923
35	29 164.33	298 729.7
45	25 098.87	477 524.4
55	20 122.85	631 242.1
65	16 657.71	795 685.2
75	13 833.01	942 107.3
85	11 490.01	107 3098
95	10 131.03	124 9432
105	8 847.21	140 0548
115	7 488.47	148 7057
125	3 625.62	896 392.9
Total	177 166.8	935 9052
Age moyen du stock (an)	1,09	
Taille moyenne du stock (cm)	5,81	
Biomasse moyenne (g)	935 9052	

L'âge et la taille critique d'un stock sont l'âge et la taille pour lesquels la biomasse de la cohorte est la plus grande, ces valeurs sont propres à chaque stock. On peut en déduire que si tous les poissons étaient pêchés à l'âge critique, la production serait maximale (Dardignac, 1989).

La taille et l'âge critiques du stock sont de 7 cm et de 1,207 an. Dans un stock vierge, les tailles critiques seraient de 9 cm correspondant à un âge critique de 1,997 an (tableau 3.19).

Tableau 3.19. Age et taille moyenne et critiques obtenus par la VPA (VIT)

Paramètre	Valeurs
Age moyen du stock actuel (an)	1,09
Age critique du stock actuel (an)	1,207
Age critique du stock vierge (an)	1,997
Taille moyenne du stock actuel (cm)	5,81
Taille critique du stock actuel (cm)	7
Taille critique du stock vierge (cm)	9

Si on veut tirer d'un stock une production élevée, il est souhaitable que l'âge moyen des captures ne soit pas trop inférieur à l'âge critique. Dans le cas présent, l'âge moyen des captures est inférieur à l'âge critique de moitié environ. La taille moyenne du stock est inférieure à la taille critique.

3.5.3. Analyse des mortalités par pêche

Les valeurs de la mortalité par pêche par classes de taille sont rapportées dans le tableau 3.20.

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

La mortalité par pêche varie de 0,034 an-1 et 0.8 an-1. Les valeurs de ce coefficient sont faibles entre 10,5 et 11,5 cm. La plus forte exploitation se fait principalement sur les gammes de taille de 4,5cm et 5,5cm.

La valeur de la mortalité moyenne par pêche, est de 0.431 an-1 avec un F_{global} de 0,448 an-1

Tableau 3.20. Mortalités par pêche en fonction de la taille, obtenus par la VPA

Centre de classe (cm)	F
25	0.034
35	0.433

45	0.88
55	0.862
65	0.442
75	0.646
85	0.275
95	0.208
105	0.178
115	0.14
125	0.58
F moyen (F') / an	0.431
F global /an	0.448

3.5.4. Biomasse totale équilibrée (D)

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

La biomasse totale équilibrée de *L. vulgaris* dans le centre algérois observée en 2020 (D) est de 8346116.74 g.

La biomasse de cette espèce s'accroît grâce au facteur croissance pondérale (94,84%). La cause essentielle de perte de poids est la mortalité naturelle (57,19%). Cette mortalité serait importante du fait de la mort des individus après la ponte (espèce sémelpare) (Figure 3.13). Le taux de renouvellement (Turnover) de cette espèce dans la zone étudiée représentant le rapport entre la biomasse totale équilibrée et la biomasse moyenne (D/Bmoy) est de 89,18%. Ce Turnover traduit l'effort que doit fournir le stock pour renouveler sa biomasse annuelle, plus la valeur est élevée et plus le stock concerné souffre de surexploitation. Le calamar, une espèce exclusivement carnivore, avec un taux de croissance élevé et une courte durée de vie, sont des caractéristiques compatibles avec un taux de Turnover de la biomasse élevé (Boyle, 2002). Le rapport Bmax/Bmoy est de 29.07%. Ceci représente la contribution relativement importante de la biomasse produite par la classe de taille et âge critique du stock actuel (7 cm, et 1,2 an) par rapport aux autres classes de longueur. Le rapport Bmax/D donne la valeur de 32,6%. C'est la biomasse maximale exploitée par rapport à la biomasse totale équilibrée. La biomasse moyenne par recrue est estimée à 55,11. La valeur de de la biomasse du stock reproducteur par recrue (SSB/R) est de 50,64 g et un rendement par recrue (Y/R) égale à 21,04g.

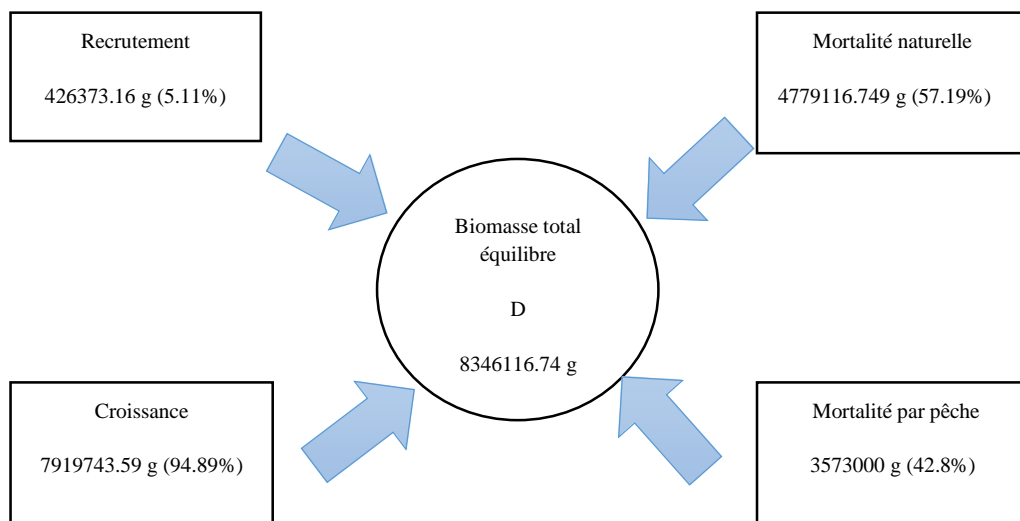


Figure 3.11 . Diagramme des entrées et des sorties de la biomasse totale équilibrée de *L.vulgaris* de la région algéroise.

3.5.5.Rendement et biomasse par recrues

L'analyse de la relation entre l'effort de pêche (F), le rendement par recrue (Y/R), la biomasse par recrue (B/R) et la biomasse des reproducteurs par recrue (SSB/R) a montré que l'effort de pêche actuel ($F = 0,49$) génère un rendement satisfaisant de 21,063 g/recrue, mais reste proche du seuil de F_{MSY} (0,61), où le rendement maximal durable est atteint (21,378 g/recrue) au détriment d'une forte diminution de la biomasse des reproducteurs (38,63 g/recrue), ce qui suggère que le stock est exploité à un niveau élevé, nécessitant une gestion prudente visant à stabiliser ou réduire l'effort de pêche afin d'éviter une surexploitation

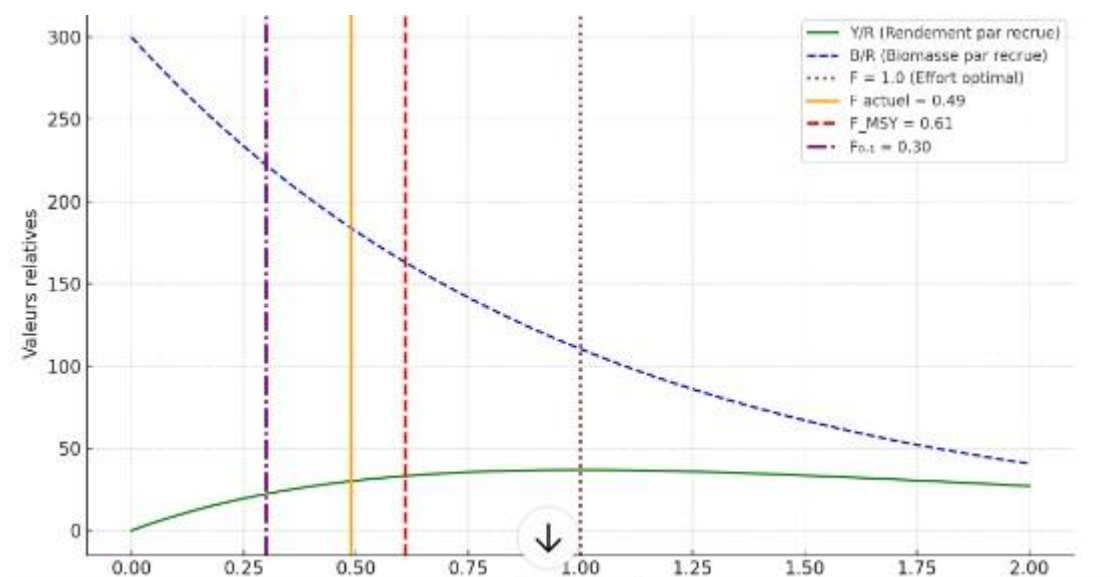


Figure 3.12.Rendements et biomasses par recrue en fonction de F de *L. vulgaris*

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

Pour les mâles, Le F actuel est à un niveau intermédiaire entre le F 0.1 et le FMSY. **Tableau 3.21. Rendements et biomasses par recrue en fonction de F**

Type de F	F(an ⁻¹)	Y/R (g)	B/R (g)	SSB/R
F ₀	0	0	170.801	165,447
F actuel	0,49	21,063	55,108	50,64
F 0.1	0.39	20,265	66,849	62,234
FMSY	0,61	21,378	42,91	38,63

Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'effort de pêche actuel (F = 0,49) génère un rendement satisfaisant (Y/R = 21,063 g) tout en maintenant une biomasse reproductrice (SSB/R = 50,64 g) relativement acceptable. Cependant, la proximité de cet effort avec le F_{MSY} (0,61), qui maximise le rendement (Y/R = 21,378 g) au prix d'une diminution significative de la biomasse des reproducteurs (SSB/R = 38,63 g), indique que le stock est soumis à une pression de pêche élevée et qu'il pourrait rapidement basculer vers la surexploitation si l'effort venait à augmenter davantage..

Conclusion

Au terme de cette étude, il apparaît clairement que *Loligo vulgaris*, espèce emblématique des céphalopodes myopsidés, occupe une place stratégique dans les écosystèmes marins méditerranéens ainsi que dans le secteur halieutique national. En se basant sur des échantillonnages réalisés dans la région centre de l'Algérie, notamment les baies de Bou-Ismaïl, Alger et Zemmouri, cette recherche a permis d'établir un diagnostic biologique approfondi du stock local de cette espèce. Les analyses effectuées ont mis en évidence un sex-ratio globalement équilibré avec des variations significatives selon les classes de taille, ainsi qu'une croissance linéaire modélisée efficacement par l'équation de von Bertalanffy. L'application des méthodes de Bhattacharya et de ELEFAN à partir des fréquences de taille a permis de déterminer des cohortes bien distinctes et d'estimer des paramètres de croissance cohérents avec ceux décrits dans d'autres régions de la Méditerranée. Par ailleurs, les coefficients de mortalité (naturelle, par pêche et totale) ainsi que le taux d'exploitation (E) indiquent une pression halieutique non négligeable, voire préoccupante à certains égards. L'exploitation de *L. vulgaris* dans la région algéroise, bien qu'elle soit économiquement bénéfique à court terme, pourrait conduire à une dégradation du stock si aucune mesure de gestion durable n'est mise en œuvre. L'absence de structures calcifiées chez les céphalopodes rend l'évaluation de leur âge et de leur croissance particulièrement complexe, ce qui renforce l'importance de mettre en place des programmes de suivi scientifique intégrant des outils modernes, comme l'analyse des statolithes ou la modélisation spatiale des habitats. Ainsi, ce travail contribue non seulement à enrichir les connaissances scientifiques sur la biologie et l'exploitation de *Loligo vulgaris*, mais fournit également des bases solides pour la mise en œuvre de politiques de gestion durable. Il est impératif que les autorités halieutiques algériennes prennent en considération ces résultats pour élaborer des plans de gestion adaptés, intégrant des périodes de repos biologique, des tailles minimales de capture, et une meilleure régulation de l'effort de pêche.

Cette observation rejoint les conclusions de Augustyn et al. (1992), qui ont mis en évidence que *Loligo vulgaris* présente une forte variabilité de recrutement et que le stock ne dispose pas lié à des classes d'âge multiples, en raison de son cycle de vie court. Augustyn et al. (1992) recommandent ainsi une gestion conservatrice, basée sur la limitation de l'effort global, notamment via la réduction du nombre de navires et l'instauration de fermetures saisonnières adaptées pour protéger les périodes de reproduction, une stratégie qui s'aligne parfaitement avec les résultats de cette étude. Par ailleurs, Lipinski (1992) a souligné que *Loligo vulgaris*

occupe un rôle clé dans la chaîne trophique du système de Benguela, aussi bien comme prédateur que comme proie. Il a également montré, à travers ses travaux antérieurs (Lipinski, 1987 ; Lipinski, 1990), que la dynamique alimentaire rapide et le cannibalisme intra-spécifique peuvent impacter la biomasse disponible et la survie des recrues. Les résultats de la présente étude, qui indiquent que l'effort de pêche actuel se situe à une limite critique, confirment que maintenir une biomasse reproductrice élevée est essentiel pour assurer la durabilité de l'espèce et préserver son rôle écologique. De plus, Sauer (1991) a insisté sur l'importance des facteurs environnementaux, tels que la température de l'eau et la direction des vents, dans la distribution et la disponibilité du calmar sur les zones de pêche. Ses études (Sauer et al., 1991) ont montré que ces paramètres influencent non seulement la répartition spatiale, mais également les taux de capture, ce qui rend le stock particulièrement vulnérable à des variations climatiques soudaines. Cette vulnérabilité environnementale, combinée à une forte pression de pêche, justifie pleinement l'approche adaptative proposée par Sauer (1991), qui recommande une gestion flexible avec des fermetures saisonnières ajustables en fonction des observations de terrain en temps réel. Les résultats de la présente étude appuient pleinement cette stratégie et soulignent la nécessité de surveiller étroitement les indicateurs de biomasse et d'effort pour éviter une surexploitation.

•

Référence Bibliographie :

- **ACHICHE, K, S, LARBI. (2010)**, impact des eaux usées et des embouchures des oueds sur la qualité des eaux de la baie de Bousmail mémoire ingénieur ENSSMAL ,78 p
- **Adam, W. (1962)**. Cephalopodes de l'archipel du Cap-Vert, de l'Angola et du Mozambique. Memorias da Junta de Investigações do Ultramar (2^a Série), 33, 9–64 + 2 Planches.
- Adriatic Sea. Cahiers de Biologie Marine, 52: 291–302. La ministre de l'Environnement et des Énergies renouvelables (2023). Rapport annuel sur la gestion durable des ressources marines en Algérie. Ministère de l'Environnement et des Énergies renouvelables, Alger.
- Age and growth of *Loligo vulgaris* off the south coast of Portugal based on statolith analysis. Fisheries Research, 36, 99–113.
- An overview of the cephalopod resources of the eastern central Atlantic (FAO Area 34). FAO Fisheries Technical Paper, 226, 1–20.
- **Arkhipkin, A. (1995)**. Age, growth, stock structure and migratory movements of the squid *Loligo gahi* (Cephalopoda: Loliginidae) on the Falkland shelf. Fishery Bulletin, 93, 250–258.
- Atlantic bluefin tuna migrations in relation to the North Atlantic Oscillation. ICES Journal of Marine Science, 59, 381–391.
- **Augustyn, C. J., & Grant, W. S. (1988)**. Biochemical and morphological systematics of *Loligo vulgaris vulgaris* Lamarck and *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orbigny Nov. Comb. (Cephalopoda: Myopsida). In International Symposium on Life History, Systematics and Zoogeography of Cephalopods in Honor of Sir Stillman Berry, pp. 215–233. Ed. by R. T. Hanlon. American Malacological Union Symposium Proceedings, 29(1), 307 pp
- **Augustyn, C. J., Lipinski, M. R., & Sauer, W. H. H. (1992)**. Can the *Loligo* squid fishery be managed effectively? A synthesis of research on *Loligo vulgaris reynaudii*. South African Journal of Marine Science, 12: 903–918.
- **Bachari, N. (2009)**. Dynamique hydrologique et influence sur les ressources marines en Méditerranée occidentale. Thèse de doctorat, Université d'Alger.
- **Bakalem, A., Boutiba, Z., & Hafferssas, A. (1981)**. Analyse des débarquements des crevettes profondes en Algérie. Rapport interne, CNRDPA.

- **Belcari, P., & Sartor, P. (1993).** *Loligo vulgaris* fishery in the northern Tyrrhenian Sea: biological parameters and stock assessment. *Fisheries Research*, 17, 157–170.
- **Belhabib, D. (2007).** Évaluation des captures de la pêche artisanale en Algérie. Rapport du projet Sea Around Us.
- **Belhabib, D., Cheung, W. W. L., & Pauly, D. (2013).** Indicators for the future of artisanal fisheries in Algeria. *Fisheries Centre Research Reports*, 21(3), 1-16.
- **Belhabib, D., Cheung, W. W. L., Lam, V. W. Y., & Sumaila, U. R. (2013).** The Mediterranean Sea under siege: spatial overlap between marine biodiversity, cumulative threats and marine fisheries. *PLoS ONE*, 8(4), e61538.
- **Bello, G. (2004).** Cephalopod fauna of the Adriatic Sea: Review and key to species. *Acta Adriatica*, 45(1), 3–16.
- **Béthoux, J. P., & Gentili, B. (1999).** Functioning of the Mediterranean Sea: past and present changes related to freshwater input and climate changes. *Journal of Marine Systems*, 20(1-4), 33–47. [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(98\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00069-4)
- **Bettencourt, V., & Guerra, A. (2001).** Age and growth of *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Sepiidae) from the Portuguese coast. *Vie et Milieu*, 51(4), 217–222.
- **Beverton, R. J. H., & Holt, S. J. (1956).** A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapports et Procès-verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 140, 67–83.
- **Beverton, R. J. H., & Holt, S. J. (1957).** *On the dynamics of exploited fish populations*. Fisheries Investigations Series 2, Volume 19. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.
- Biological variation of *Loligo vulgaris* (Cephalopoda: Loliginidae) in the eastern Atlantic and Mediterranean. *Bulletin of Marine Science*, 71, 515–534.
- Biological variation of *Loligo vulgaris* in the Mediterranean and eastern Atlantic. *Bulletin of Marine Science*, 55(1), 123–132.
- Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu*, Suppl. 13, 285 pp.
- **Blainville, H. M. D. (1823).** Mollusques, Annélides et Vers. *Dictionnaire des Sciences Naturelles*, 32, 1–392.
- **Blainville, H. M. D. de. (1823).** Mémoire sur les espèces du genre calmar (*Loligo* Lamarck). *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire naturelle et des Arts*, 96: 116-135. Disponible en ligne : <https://www.biodiversitylibrary.org/page/6176264>.

-
- **Boyle, P., & Rodhouse, P. (2005).** Cephalopods: Ecology and Fisheries. Blackwell Science Ltd.
- **Cacaud, P. (2002).** Droit et gestion des pêches en Algérie. FAO Fisheries Technical Paper, 428, 34-45.
- **Cacaud, P. (2002).** Fisheries laws and regulations in the Mediterranean: a comparative study. FAO Fisheries Technical Paper, 421, 1–68.
- **Casali, P., Piccinetti, C., & Manfredi, C. (1998).** Study on the biological characteristics of cephalopod populations in the Adriatic Sea. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, 16, 107–120.
- Cephalopod distribution and abundance in the central Mediterranean. Bollettino di Zoologia, 59, 201–208.
- Cephalopod fauna of the Azores and their role in pelagic ecosystems. Arquipelago, 16, 105–112.
- Cephalopod fisheries in the western Mediterranean. FAO Fisheries Report, 394, 287 pp.
- Cephalopodes. In: Reproduction des Invertébrés, Vol. IV, pp. 521–535.
- Cephalopods in the Hellenic Seas: distribution, abundance and population structure. ICES Document CM 2003/K:09.
- Cephalopods of the Mediterranean Sea. Vie et Milieu, 14, 575–579.
- Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 4/2, 601 pp.
- Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 3. Octopods and Vampire Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 4/3, 370 pp.
- **Challier, L., Royer, F., & Robin, J.-P. (2005).** *Integrating stock assessment methods to detect trends in squid abundance: The case of Loligo vulgaris in the English Channel and the Bay of Biscay.* Fisheries Research, 71(1), 23-38.
- **Chavance, P., & Girardin, M. (1986).** Caractéristiques de l'exploitation des crevettes profondes en Méditerranée. In Achiche, Larbi (2010), Étude de la pêche des crevettes en Algérie.
- Circulation in the western Mediterranean Sea. Oceanologica Acta, 8, 87–99.

- **Coelho, M. L., Martins, H. R., Porteiro, F. M., & Piatkowski, U. (1994).** Ommastrephid squid (Mollusca: Cephalopoda) in the northeastern Atlantic. ICES Marine Science Symposia, 199, 454–461.
- **Collins, M. A., Yau, C., Allcock, A. L., & Thurston, M. H. (2002).** Distribution of deep-water benthic and benthic-pelagic cephalopods from the north-east Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 82, 969–980.
- Composition and distribution of the Adriatic cephalopod fauna. Acta Adriatica, 46(2), 211–225.
- **Creutzberg, F., & Duinevald, G. C. A. (1986).** The role of the lesser weever *Trachinus vipera* and the dab *Limanda limanda* in the benthic system of the southern North Sea. ICES Document CM 1986/L: 4, 10 pp.
- **Cuccu, D., Mereu, M., Cannas, R., & Cau, A. (2003a).** Reproductive biology of *Loligo vulgaris* in Sardinian waters (central western Mediterranean). Fisheries Research, 63, 217–230.
- **Cuccu, D., Mereu, M., Cau, A., Pesci, P., & Cau, A. (2013).** *Reproductive development versus estimated age and growth in Loligo vulgaris (Cephalopoda: Loliginidae) from the Sardinian waters (Mediterranean Sea).* Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 93(3), 831-839.
- **Cunha, M. E. (1993).** Distribution and abundance of the early life stages of *Loligo vulgaris* and *Alloteuthis media* (Cephalopoda, Loliginidae) off the Portuguese coast. Bollettino Malacologico, 29, 199–208.
- **Cunha, M. M., Moreno, A., Pereira, J., & Piatkowski, U. (1995).** Cephalopods in Portuguese waters: distribution and abundance. ICES Document CM 1995/K:32, 11 pp.
- **D’Onghia, G., Tursi, A., Sion, L., & Maiorano, P. (1992).** Cephalopods from the upper slope of the eastern-central Mediterranean Sea. Bollettino di Zoologia, 59, 201–208.
- De Heij, A., and Baayen, R. P. 2005. Seasonal distribution of cephalopod species living in the central and southern North Sea. Basteria, 69: 91–119.
- **Denis, V. (2000).** Distribution and population dynamics of the squid *Loligo vulgaris* in the Bay of Biscay (North-East Atlantic). Aquatic Living Resources, 13, 121–130.
- **Diette, J. (1980), in Hemida, F. (1987).** *Contribution à l’étude de la biologie et de l’exploitation de Merluccius merluccius en Algérie.* Thèse de Magister, Institut des Sciences de la Mer, Alger.
- Distribution and biology of *Sepia officinalis* in the eastern Mediterranean. Fisheries Research, 35, 241–249.

-
- Distribution and population structure of *Loligo vulgaris* in the German Bight. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1612–1619.
- **Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M., & Brahmi, B. (1993)**. Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *NAGA, The ICLARM Quarterly*, 16(1), 35–37.
- **Duysak, O., Kiyaga, V. B., & Salman, A. (2008)**. Cephalopods in Turkish waters: distribution and abundance. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 315–322.
- **FAO. (2020)**. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action. Rome: FAO.
- Feeding habits of juvenile *Mustelus mustelus* (Carcharhiformes, Triakidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 38, 103–107.
- from the eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 89: 635–640.
- **Furnestin, J. (1961)**. Hydrologie et plancton de la mer Méditerranée. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- **Furnestin, J. (1961)**. Influence des facteurs hydroclimatiques sur la répartition des organismes marins en Méditerranée occidentale. *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 58, 1–112.
- **Garcia, S., & Le Reste, L. (1981)**. *Cycle biologique des crevettes Penaeidae*. FAO Document Technique sur les Pêches n° 203.
- **Gayanilo, F. C. Jr., Soriano, M., & Pauly, D. (1995)**. *The FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) user's guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8. FAO, Rome.
- **Giordano, D., & Carbonara, P. (1999)**. Observations on the reproductive biology of *Loligo vulgaris* in the Adriatic Sea. *FAO Fisheries Reports*, 605, 99–109.
- **Gofas, S., Le Renard, J., & Bouchet, P. (2001)**. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. *Collection Patrimoines Naturels*, 50, 1–463.
- **Gofas, S.; Le Renard, J.; Bouchet, P. (2001)**. Mollusca. In: Costello, M.J. et al. (eds), *European Register of Marine Species: a check-list of the marine species in Europe and*

a bibliography of guides to their identification. *Patrimoines Naturels*, 50: 180-213. Disponible en ligne : <http://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/254404.pdf>.

- **González, A. F., López, A., Guerra, Á., & Barreiro, A. (2005).** Diets of marine mammals stranded on the northwestern Spanish Atlantic coast with special reference to cephalopods. *Fisheries Research*, 21, 179–191.
- **Grieg, J. A. (1933).** Contributions to the marine fauna of Norway: Cephalopoda. *Bergens Museum Aarbok*, 10, 1–20.
- **Grimpe, G. (1925).** Die Cephalopoden der Deutschen Tiefsee-Expedition. In *Deutsche Tiefsee-Expedition, 1898–1899, Vol. 17*, 377–531.
- **Guerra, A. (1992).** Fauna Ibérica, Vol. 1: Mollusca. Cephalopoda. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, CSIC.
- **Guerra, A. (1992).** Mollusca, Cephalopoda. *Fauna Ibérica*, 1, 1–327.
- **Guerra, A., & Rocha, F. (1985).** Cephalopods in the diet of marine predators in the northeastern Atlantic. *ICES Document CM 1985/K:17*, 12 pp.
- **Guerra, A., & Rocha, F. (1994).** The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, 21, 43–69.
- **Guerra, Á., Rocha, F., Gonzalez, Á. F., & Dawe, E. G. (2006).** Life history and habitat of the European squid *Loligo vulgaris*. In *Cephalopod Life Cycles: Comparative Reviews (Vol. II, pp. 219–228)*. CRC Press.
- **Gulland, J. A. (1969).** Manual of methods for fish stock assessment: Part 1. Fish population analysis. *FAO Manual in Fisheries Science*, No. 4.
- **Gulland, J. A. (1971).** The Fish Resources of the Ocean. Fishing News Books, 255 p.
- **Gulland, J. A. (1971).** *The fish resources of the ocean*. Fishing News (Books) Ltd, FAO Fisheries Technical Paper No. 97.
- **Gulland, J. A. (1983).** *Fish stock assessment: A manual of basic methods*. FAO/Wiley Series on Food and Agriculture.
- Habitat preferences and distribution of meso- and bathydemersal cephalopods in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 378, 117–127.
- **Hasan, A. K., Riad, R., & Atta, M. (1994).** Trophic relations of *Sepia officinalis* and *Loligo vulgaris* (Mollusca: Cephalopoda) in Alexandria waters. *Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries (Egypt)*, 20, 161–173.

-
- **HEMIDA, F.(2005)**. Les Sélaciens de la côte algérienne : Biosystématique des Requins et des Raies : Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Thèse de Doctorat d'état, U.S.T.H.B., Alger : 204 p.
- **Hernández-García, V. (1995)**. The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. *Fishery Bulletin US*, 93, 403–411.
- **Hornbörg, S. 2005**. The Swedish cephalopod fauna. Species composition and patterns of abundance. Masters thesis, University of Göteborg, Sweden. 39 pp.
- **ICES (2020)**. Fish trawl survey: ICES North Sea International Bottom Trawl Survey for commercial fish species. ICES Database of Trawl Surveys (DATRAS). The International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen. Disponible en ligne : <http://ecosystemdata.ices.dk>.
- Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO. The Ocean Biogeographic Information System (OBIS). Disponible en ligne : <http://www.iobis.org/>.
- **Jackson, G. D. (1994)**. Statolith age estimates of the tropical nearshore squid *Loliolus noctiluca* (Cephalopoda: Loliginidae) from northern Australia. *Journal of Zoology*, 233, 479–491.
- **Jackson, G. D., & Moltchanivskyj, N. A. (2002)**. Temporal variation in growth rates and reproductive investment of the tropical squid *Sepioteuthis lessoniana*: is faster always better? *Marine Ecology Progress Series*, 242, 137–148.
- **Jardas, I., Soldo, A., Lipej, L., & Grubelić, I. (2007)**. Cephalopod fauna in the Adriatic Sea: Distribution and conservation aspects. *Mediterranean Marine Science*, 8(1), 77–89.
- **Jereb, P., Allcock, A. L., Lefkaditou, E., Piatkowski, U., Hastie, L. C., & Pierce, G. J. (Eds.) (2015)**. Cephalopod biology and fisheries in Europe: II. Species Accounts. ICES Cooperative Research Report No. 325, 360 p.
- **Jereb, P., and Ragonese S. 1994**. The Mediterranean teuthofauna: towards a biogeographical coverage by regional census. 2. Strait of Sicily. *Bollettino Malacologico*, 30: 161–172. Jereb, P., & Roper, C. F. E. (2010). Cephalopods of the World. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*, Vol. 2, FAO, Rome.
- **Jereb, P., Roper, C. F. E., Norman, M. D., & Finn, J. K. (2010)**.
- **Jereb, P., Roper, C. F. E., Norman, M. D., & Finn, J. K. (2015)**. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 3.

Octopods and Vampire Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, No. 4/3, 370 pp.

- **Jereb, P., Vecchione, M. & Roper, C.F.E. (2010).** Family Loliginidae. In: Jereb, P. & Roper, C.F.E. (eds), *Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids.* FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 4, Vol. 2. Rome, FAO, pp. 38-117. Disponible en ligne : <http://www.fao.org/docrep/014/i1920e/i1920e.pdf>.
- **Jones, R., & Van Zalinge, N. P. (1982).** Estimating mortality rate and population size from catch and effort data. *FAO Fisheries Technical Paper*, 252, 22 p.
- **Kartas, F., & Quignard, J. P. (1984).** *La biologie et l'exploitation des Sparidés.* Institut National Scientifique et Technique d'Océanographie et de Pêche, Tunis.
- **Katağan, T., Salman, A., and Benli, H. A. 1993.** The cephalopod fauna of the Sea of Marmara. *Israel Journal of Zoology*, 39: 255–261.
- **Khelil, M., Benslama, M., & Boutiba, Z. (2021).** Assessment of coastal water quality in the bay of Algiers: impacts of urban and industrial discharges. *Mediterranean Marine Science*, 22(3), 593–604. <https://doi.org/10.12681/mms.25921>
- **Krstulović Šifner, S., Peharda, M., Vrgoč, N., Isajlović, I., Dadić, V., and Petrić, M. 2011.** Biodiversity and distribution of cephalopods caught by trawling along the northern and central
- **LALAMI, Y. (1979).** Etude biologique et halieutique du rouget de vase (*Mullus barbatus* L.) des côtes algériennes. Thèse de doctorat d'état. Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier : 510 p.
- **Lamarck, J.-B. (1798).** Description de plusieurs espèces nouvelles de mollusques et de zoophytes. *Journal d'Histoire Naturelle*, 1: 462-469.
- **Leclaire, J. (1972).** Contribution à l'étude de la pêche en Méditerranée occidentale. IFREMER, Rapport interne.
- **Lefkaditou, E. (1998b).** A preliminary investigation on how meteorological changes may affect beach-seine catches of *Loligo vulgaris* in the Thracian Sea (eastern Mediterranean). *South African Journal of Marine Science*, 20, 453–461.
- **Lefkaditou, E. (2006).** Taxonomy and biology of Cephalopods in the North Aegean Sea. PhD thesis, University of Patras, Greece, 298 pp.
- **Lefkaditou, E., & Kavadas, S. (2008).** *Cephalopod fisheries statistics in Hellenic waters.* *Mediterranean Marine Science*, 9(1), 35-46.

-
- **Lefkaditou, E., Mitilineou, C., Maiorano, P., and D'Onghia, G. 2003b.** Cephalopod species captured by deep-water exploratory trawling in the eastern Ionian Sea. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31: 431–440.
- **Lefkaditou, E., Peristeraki, P., Bekas, P., Tserpes, G., Politou, C-Y., and Petrakis, G. 2003a.** Cephalopod distribution in the southern Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 4: 79–86.
- **Linnaeus, C. (1758).** *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Impensis Direct. Laurentii Salvii. Holmiae [Stockholm]. 1(10) [iii], 824 p. Disponible en ligne : <https://biodiversitylibrary.org/page/726886>.
- **Lipinski, M. R. (1987).** Food and feeding of *Loligo vulgaris reynaudii* from St Francis Bay, South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 5: 557–564.
- **Lipinski, M. R. (1990).** Changes in pH in the caecum of *Loligo vulgaris reynaudii* during digestion. *South African Journal of Marine Science*, 9: 43–51.
- **Lipinski, M. R. (1992).** Cephalopods and the Benguela ecosystem: trophic relationships and impact. *South African Journal of Marine Science*, 12: 791–802.
- **Lordan, C., Warners, S., Cross, T., and Burnell, G. 2001a.** The distribution and abundance of cephalopod species caught during demersal trawl surveys west of Ireland and in the Celtic Sea. *Irish Fisheries Investigation (New Series)*, 8. 26 pp.
- **Mangold, K., and Boletzky, S. von. 1987.** Céphalopodes. In *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37, Volume 1, Végétaux et Invertébrés*, pp. 633–714. Ed. by W. Fischer, M-L. Bauchot, and M. Schneider. 760 pp.
- **Mangold-Wirz, K. (1963a).** *Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane.* *Vie et Milieu*, Suppl. 13, 285 pp.
- **Martinho, F., Catarino, A. I., Cardador, F., & Afonso-Dias, M. (2012).** Comparative feeding ecology of two species, *Squalus blainville* and *Scyliorhinus canicula*, off the coast of Portugal. *Fishery Bulletin US*, 110, 71–84.
- **Massy, A. L. 1928.** The Cephalopoda of the Irish Coast. *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section B: Biological, Geological, and Chemical Science*, 38: 25–37.

- **Matallanas, J., Casadevall, M., Carrasson, M., Bolx, J., & Fernandez, V. (1995).** The food of *Seriola dumerili* (Pisces: Carangidae) in the Catalan Sea (western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 75, 257–260.
- **Millot, C. (1985).** Dynamique des masses d'eau en Méditerranée. *Oceanologica Acta*, 8(2), 135-149.
- **Millot, C. (1987).** Circulation générale en Méditerranée : un point de vue dynamique. *Oceanologica Acta*, 10(2), 143-149.
- **Moore, H. B. 1937.** Marine Fauna of the Isle of Man. *Proceedings of the Liverpool Biological Society*, 50: 149–196.
- **Moreno, A. 1998.** Variação sazonal na distribuição e abundância dos cefalópodes da plataforma continental entre Espinho e Nazaré: resultados dos cruzeiros de agosto e novembro de 1996 no N/I “Mestre Costeiro”. *Relatorios Científicos e Técnicos do Instituto de Investigação das*
- **Moreno, A., Cunha, M. M., and Pereira, J. M. F. 1994.** Population biology of the veined squid (*Loligo forbesi*) and European squid (*Loligo vulgaris*) from the Portuguese coast. *Fisheries Re-search*, 21: 71–86.
- **Moreno, A., Lourenço, S., Pereira, J., Gaspar, M. B., Cabral, H. N., Pierce, G. J., & Santos, A. M. P. (2007).** Growth strategies in the squid *Loligo vulgaris* from Portuguese waters. *Marine Biology Research*, 3(1), 49–59. <https://doi.org/10.1080/17451000601070776>
- **Moreno, A., Pereira, J., & Arvanitidis, C. (2002).** Biological variation of *Loligo vulgaris* (Cephalopoda: Loliginidae) in the eastern Atlantic and Mediterranean. *Bulletin of Marine Science*, 71, 515–534.
- **Moreno, A., Pereira, J., & Pierce, G. J. (2002).** Biological variation of *Loligo vulgaris* in the eastern Atlantic and Mediterranean. *ICES CM 2002/S:04*.
- **Morte, M. S., Redon, M. J., & Sanz, B. (1997).** Feeding habits of juvenile *Mustelus mustelus* (Carcharhiformes, Triakidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 38, 103–107.
- **Morte, S., Redón, M. J., and Sanz-Brau, A. 1997.** Feeding habits of juvenile *Mustelus mustelus* (Carcharhiformes, Triakidae) in the western Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 38:
- **Mouhoub, N. (1986).** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de la crevette *Penaeus kerathurus* en Algérie. *Mémoire de Magister*, Institut des Sciences de la Mer, Alger.

-
- **Moustahfid, H. (2002).** Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique du poulpe commun (*Octopus vulgaris*) au Maroc. *Thèse de Doctorat*, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc.
- **Muus, B. J. 1959.** Skallus, Søtænder, Blæksprutter. Danmarks Fauna, 65.
- **Nigmatullin, C. M. (1975).** The food of commercial cephalopods from the shelf waters off Spanish Sahara and Mauritania. In *Oceanological Studies, Fishery Biology and Fisheries in the Atlantic Ocean and the Baltic Sea*, pp. 177–186. Ed. by E. Z. Samyshev. Trudy AtlantNIRO, Kaliningrad, AtlantNIRO Publishing, Volume 58, 228 pp. [in Russian, with English abstract].
- **Oesterwind, D., Bock, A., & Teschke, K. (2010).** Observations on morphology, age and diet of the deep-water squid *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798) in the northeast Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81, 299–306.
- On the biology of the common cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 114, 275–292.
- **Ordines, F., Carbonell, A., & Massutí, E. (2009).** Distribution et biologie des crevettes profondes en Méditerranée. *Fisheries Research*, 95(1), 25-37.
- **Osti Relini, L., Garibaldi, F., & Fiorentino, F. (1994).** The stomach content of some bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, 8, 192–195.
- **Osti Relini, L., Garibaldi, F., & Fiorentino, F. (1994).** The stomach content of some bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, 8, 192–195.
- **Pauly, D. (1980).** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39(2), 175–192.
- **Pauly, D. (1980).** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil*, 39(2), 175–192.
- **Pauly, D. (1984).** *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. ICLARM Studies and Reviews 8, 325 p.
- **Pauly, D. (1984a, 1984b).** Length-converted catch curves: A powerful tool for fisheries research in the tropics (part I and II). *ICLARM Fishbyte*, 2(2), 9–13.

- **Pauly, D. (1985).** On improving operation and use of the ELEFAN programs. Part I: Avoiding "drift" of K towards lower values. *ICLARM Fishbyte*, 3(3), 13–14.
- **Pauly, D., & Moreau, J. (1997).** Méthodes d'estimation des paramètres de Von Bertalanffy et de la mortalité naturelle en utilisant la longueur et l'âge. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(1), 35–66.
- **Pauly, D., & Munro, J. L. (1984).** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2(1), 21.
- **Pecl, G. T., Jackson, G. D., & Tracey, S. R. (2004).** Temporal plasticity of squid life-history and population structure: ecological and management implications. *Marine Ecology Progress Series*, 272, 173–180.
- **Peristeraki, P., Tserpes, G., & Kallianiotis, A. (2005).** What cephalopod remains from *Xiphias gladius* stomachs can imply about predator–prey interactions in the Mediterranean Sea? *Journal of Fish Biology*, 67, 549–554.
- **Peristeraki, P., Tserpes, G., & Lefkaditou, E. (2005).** What cephalopod remains from *Xiphias gladius* stomachs can imply about predator–prey interactions in the Mediterranean Sea? *Journal of Fish Biology*, 67, 549–554.
- **Piatkowski, U., Hernández-García, V., and Clarke, M. R. 1998.** On the biology of the European flying squid *Todarodes sagittatus* (Lamarck, 1798) (Cephalopoda, Ommastrephidae) in the central eastern Atlantic. *South African Journal of Marine Science*, 20: 375–383.
- **Piccinetti, C., Vrgoč, N., Marceta, B., and Manfredi, C. 2012.** Recent state of demersal resources in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica Monograph Series 5*, Institute of Oceanography and Fisheries, Split, Croatia. 220 pp.
- **Pierce, G. J., Allcock, A. L., Hastie, L. C., & Jereb, P. (2010).** Cephalopod stocks in European waters: review, analysis, assessment and sustainable management. ICES Cooperative Research Report No. 306.
- **Pierce, G. J., Boyle, P. R., Hastie, L. C., & Santos, M. B. (1994a).** Diets of squid *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris* in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 21, 149–164.
- **Pierce, G. J., Boyle, P. R., Hastie, L. C., & Shanks, A. M. (1994a).** Diets of squid *Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris* in the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 21, 149–164.
- **Population dynamics of *Loligo vulgaris* in the Catalan Sea. *Fisheries Research*, 17, 251–260.**

-
- **Quetglas, A., Moreno, A., Massutí, E., & Vargas-Yáñez, M. (2013).** The role of environmental conditions and fishing pressure in the population dynamics of the common squid *Loligo vulgaris* in the western Mediterranean. *ICES Journal of Marine Science*, 70(1), 66–75. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss142>
- **Raya, C. P., Balguerías, E., Fernández-Núñez, M., & Pierce, G. J. (1994).** Estimating age and growth of the cuttlefish (*Sepia officinalis*) from statolith analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74(4), 791–804.
- **Relini, G., De Rossi, C., Piano, T. and Zamboni, A. 2002.** Osservazioni sui cefalopodi dei fondi strascicabili liguri. *Biologia Marina Mediterranea*, 9: 792–795.
- Reproduction et croissance de *Loligo vulgaris* et *Sepia officinalis* en Méditerranée occidentale. *Vie et Milieu*, 23, 145–157.
- Reproductive biology and age of *Loligo vulgaris* in Turkish waters. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9, 59–69.
- Review on cephalopod fisheries in the Adriatic Sea. *Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata*, 30, 49–60.
- **Ricker, W. E. (1980).** *Methods for assessment of fish production in fresh waters* (3rd edition). IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications.
- **Rocha, F., Guerra, A., & González, A. F. (1994).** Food habits of the squid *Loligo vulgaris* in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, 21, 233–245.
- **Rocha, F., Guerra, A., & González, A. F. (1994).** Food habits of the squid *Loligo vulgaris* in Galician waters (NW Spain). *Fisheries Research*, 21, 233–245.
- **Roper, C. F. E., & Young, R. E. (1975).** Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 209, 1–51.
- **Roper, C. F. E., & Young, R. E. (1975).** Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 209, 1–51.
- **Roper, C. F. E., Sweeney, M. J., & Nauen, C. E. (1984).** FAO species catalogue. Cephalopods of the world. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 3, FAO, Rome.
- **Rosa, R., Pereira, J., & Pierce, G. J. (2013).** Advances in squid biology, ecology, and fisheries. Nova Science Publishers, 567 p.
- **Rosecchi, E. (1987).** Étude du régime alimentaire de quelques poissons de la lagune de Muguio (Hérault) en période estivale. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 49, 35–49.

- **Royer, J., Peries, P., and Robin, J-P. 2002.** Stock assessments of English Channel loliginid squids: updated depletion methods and new analytical methods. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 445–457
- **Salman, A. (2004).** Reproductive biology of *Sepia officinalis* in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 613–619.
- **Salman, A. (2004).** Reproductive biology of *Sepia officinalis* in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 613–619.
- **Salman, A., and Karakulak, F. S. 2009.** Cephalopods in the diet of albacore, *Thunnus alalunga*,
- **Salman, A., Katagan, T., & Benli, H. A. (1997, 1998).**
- San Miguel, A. (1977). Diet and feeding habits of *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay. *Investigación Pesquera*, 41, 3–27.
- San Miguel, A. (1977). Diet and feeding habits of *Delphinus delphis* in the Bay of Biscay. *Investigación Pesquera*, 41, 3–27.
- Sánchez, P. 1986a. Distribucion batimetrica y abundancia de algunos cefalopodos del mar Catalan. *Investigación Pesquera*, 50: 237–245.
- Sánchez, P., & Guerra, A. (1994). Biological parameters and fishery of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 21, 71–86.
- Sánchez, P., & Guerra, A. (1994). Biological parameters and fishery of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Loliginidae) in the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 21, 71–86.
- Sánchez, P., and Obarti, R. 1993. The biology and fishery of *Octopus vulgaris* caught with claypots on the Spanish Mediterranean coast. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, pp. 477–487. Ed. by T. Okutani, R. K. O’Dor, and T. Kubodera. Tokai University Press, Tokyo. 752 pp.
- Santos, M. B., Monteiro, S. S., Vingada, J. V., & Pierce, G. J. (2013). Cephalopods in the diet of marine mammals stranded in Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 93, 217–231.
- Santos, M. B., Monteiro, S. S., Vingada, J. V., & Pierce, G. J. (2013). Cephalopods in the diet of marine mammals stranded in Portugal. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 93, 217–231.

-
- Santos, M. B., Pierce, G. J., & Learmonth, J. A. (2007). Variability in the diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) in Galician waters 1991-2003 and relationship with prey abundance. ICES Document CM 2004/Q: 09, 40 pp.
- Santos, M. B., Pierce, G. J., & Learmonth, J. A. (2007). Variability in the diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) in Galician waters 1991-2003 and relationship with prey abundance. ICES Document CM 2004/Q: 09, 40 pp.
- Sanz, B. (1985). Contribución al estudio de la biología de *Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758 (Osteichthyes, Uranoscopidae) del Mediterráneo occidental. *Investigación Pesquera*, 49, 35–46.
- Sauer, W. H. H. (1991). Population characteristics of the chokka squid, *Loligo vulgaris reynaudii*, and its distribution in the Algoa Bay-St Francis Bay area in relation to environmental conditions. M.Sc. Thesis, University of Port Elizabeth.
- Sauer, W. H. H., Goschen, W. S., & Koorts, A. S. (1991). A preliminary investigation of the effect of sea temperature fluctuations and wind direction on catches of chokka squid *Loligo vulgaris reynaudii* off the Eastern Cape, South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 11: 467–473.
- Schwartz, D. (1983). *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes*. Flammarion Médecine-Sciences.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1969). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Sousa Reis, C. (1989b). Seasonal distribution of loliginid early young stages in the Portuguese Continental shelf. ICES Document CM 1995/K: 32, 11 pp.
- Sousa Reis, C. (1989b). Seasonal distribution of loliginid early young stages in the Portuguese Continental shelf. ICES Document CM 1995/K: 32, 11 pp.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1996). *Introduction à l'évaluation des stocks halieutiques tropicaux*. FAO Document Technique sur les Pêches n° 306 Rév.2, FAO, Rome.
- Stephen, A. C. 1944. The cephalopods of Scottish and adjacent waters. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 61(19): 247–270.
- Synthesis of knowledge on bottom trawl surveys in the Mediterranean. FAO Fisheries Technical Paper, 394, 287 pp.
- Taylor, C. C. (1960). Temperature, growth and mortality - The Pacific cockle. *ICES Journal of Marine Science*, 25(1), 93–102.

- Teixeira, C. M., Cabral, H. N., & Costa, M. J. (2010). Diet of *Xiphias gladius* off the Portuguese coast. *Journal of Fish Biology*, 76, 2446–2462.
- Teixeira, C. M., Cabral, H. N., & Costa, M. J. (2010). Diet of *Xiphias gladius* off the Portuguese coast. *Journal of Fish Biology*, 76, 2446–2462.
- The biology of *Sepia officinalis*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 21, 832–852.
- The cephalopod fauna of the Turkish Aegean Sea. *Israel Journal of Zoology*, 39, 255–261.
- The cephalopods of the Turkish coast. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 5, 1–15.
- The Fish Resources of the Ocean. Fishing News (Books) Ltd., London, 255 pp.
- The food of commercial cephalopods from the shelf waters off Spanish Sahara and Mauritania. In *Oceanological Studies, Fishery Biology and Fisheries in the Atlantic Ocean and the Baltic Sea*, pp. 177–186. Ed. by E. Z. Samyshev. Trudy AtlantNIRO, Kaliningrad, AtlantNIRO Publishing, Volume 58, 228 pp. [in Russian, with English abstract].
- The stomach content of some bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, 8, 192–195.
- Tinbergen, N., & Verwey, J. (1945). Migration and feeding behavior of *Loligo vulgaris*. *Netherlands Journal of Zoology*, 5, 145–167.
- Turk, P. E., Hanlon, R. T., Bradford, L. A., & Yang, W. T. (1986). Aspects of feeding, growth, and survival of the European squid, *Loligo vulgaris* Lamarck, 1799, reared through the early growth stages. *Vie et Milieu*, 36, 9–13.
- Turk, P. E., Hanlon, R. T., Bradford, L. A., & Yang, W. T. (1986). Aspects of feeding, growth, and survival of the European squid, *Loligo vulgaris* Lamarck, 1799, reared through the early growth stages. *Vie et Milieu*, 36, 9–13.
- Tursi, A., and D'Onghia, G. 1992. Cephalopods of the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, 18(NS): 25–43.
- Ünsal, İ., Ünsal, N., Erk, M. H., and Kabasakal, H. 1999. Demersal cephalopods from the Sea of Marmara, with remarks on some ecological characteristics. *Acta Adriatica*, 40: 105–110
- Ursin, E. (1967). A mathematical model of some aspects of fish growth, respiration, and mortality. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 24(11), 2355–2453.

-
- Vaissière, R., & Fredj, G. (1963). Pêche et biologie des crustacés profonds en Méditerranée. Rapport de l'Institut Océanographique, Monaco.
- Vecchione, M. 1998. A revision of the systematics and distribution of *Illex* species (Cephalopoda: Ommastrephidae). In *Systematics and Biogeography of Cephalopods*, pp. 405–423. Ed. by N. A. Voss, M. Vecchione, R. B. Toll, and M. J. Sweeney. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 586. 599 pp.
- Vecchione, M.; Brakonieccki, T.F.; Natsukari, Y.; Hanlon, R.T. (1998). A provisional generic classification of the family Loliginidae. In: Voss N.A., Vecchione M., Toll R.B., Sweeney M.J. (eds) *Systematics and biogeography of cephalopods*. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 586: 215-222.
- Villanueva, R. (2000). Effect of temperature on statolith growth of the European squid *Loligo vulgaris*. *Marine Biology*, 136, 449–460.
- Villanueva, R. 1994. Decapod crab zoeae as food for rearing cephalopod paralarvae. *Aquaculture*, 128: 143–152.
- Von Bertalanffy, L. (1934, 1938). Investigations on the laws of growth. *II. Quantitative laws in metabolism and growth. Human Biology*, 10, 181–213.
- Worms, J. (1979). Dynamique des populations de crevettes en Méditerranée. *Revue des Sciences de la Mer*, 23(3), 211-225.
- Worms, J. (1983a). Growth and reproduction in *Loligo vulgaris*. *Marine Biology*, 75, 35–48.
- Worms, J. (1983b). Diet and feeding ecology of *Loligo vulgaris* in the Mediterranean. *Rapport Commission International Mer Méditerranée*, 28, 197–202.

Xmedia (2008). Rapport sur l'état des ports de pêche et des infrastructures halieutiques en Algérie. Ministère de la Pêche et des Productions Halieutiques

ANNEXES

Annex 1 : poster

Structure de population du Calamar *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798) des pêcheries du centre algérien

LAADJEL Ahmed Raid1, KENNOUCHE Hanane2.

École nationale des sciences de la mer et de la gestion du littoral (ENSSMAL), Campus universitaire Dely Ibrahim, Bois des Cars, 16320, Alger, Algérie.



résumé

A partir des pêcheries commerciales effectuées dans le centre algérien, des mesures mensuelles de tailles (en longueur totale Lt et en longueur du manteau Lm) et de poids, ainsi qu'une détermination de sexe sont réalisées, pour la première fois en Algérie, sur des individus de calamar *Loligo vulgaris*. Une analyse préliminaire a permis de donner un aperçu sur la structure de cette population. Les tailles moyennes des mâles sont supérieures à celles des femelles (Lt moyenne des femelles et des mâles sont respectivement 13,86 cm et 15,38 cm quant au Lm moyenne, elle est de 5,36 cm pour les femelles et 6,16 cm pour les mâles.

L'application du modèle Powell-Wetherall par le FISAT a donnée, à sexe confondu, les longueurs asymptotiques totales L_t^∞ de 30.04cm et L_m^∞ de 13.23 cm. L'analyse de Bhattacharya basée sur les longueurs du manteau a montrée que *L. vulgaris* a trois classes d'âge et les relations biométriques entre les tailles du manteau et la taille totale ainsi qu'entre la taille du manteau et le poids total mettent en évidence une croissance minorante.

Mots clés : Calmar, Croissance, Algérois

Introduction

Loligo vulgaris est une ressource halieutique clé en Algérie, soutenant des pêcheries artisanales et industrielles vitales pour l'économie locale (Belhabib et al., 2013). Les côtes algériennes, s'étendant sur 2148 km, abritent un plateau continental étroit où se concentrent les activités de pêche, exposant l'espèce à une pression anthropique croissante (Hemida, 2005; ministre de l'Environnement et des Énergies renouvelables, 2023.). Cette étude se focalise sur trois baies centrales (Bou-Ismaïl, Alger, Zemmouri), caractérisées par une morpho-bathymétrie complexe et des rejets urbains impactant le milieu marin (Lalami, 1979; Bachari, 2009).

Afin de déterminer l'état d'exploitation de *Loligo vulgaris* dans le centre algérien, des échantillonnages et des mensurations sont réalisées afin d'établir les paramètres de croissance et les relations biométriques qui contribueront à établir des modèles de gestion halieutiques.

résultat et discussion

Les tailles de *L. vulgaris* mesurés entre novembre 2024 et avril 2025 vont de 25mm à 125mm (Figure 2) en longueur du manteau, de 25 à 90mm (LM) pour les femelles et de 30à 120mm (LM) pour les mâles. En considérant les longueurs totales, les échantillons mesurés vont de 85mm à 285mm ; de 85mm à 285mm (LT) pour les mâles et de 90mm à 215mm (LT) pour les femelles.

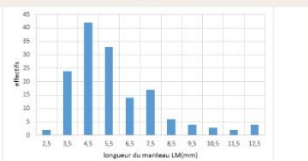


Figure 2. Distribution fréquence-tailles de *L. vulgaris* en longueur du manteau de la région centre algérienne

Ces intervalles de longueur du manteau sont inférieurs à celles observées par d'autres auteurs tels que Arkhipkin (1995) avec un intervalle de 31mm à 498mm (ouest du Sahara occidental); Bettencourt et al (1996) : de 32 à 400mm (Sud du Portugal); Rocha et Guerra (1999): de 70 à 480mm (nord-ouest de l'Espagne); et Morano et al. (2007) de 21mm à 546mm (au sud du Portugal), ceci serait probablement dû à la durée d'échantillonnage. Toutefois, les mensurations relevées par Pierce et al (1994) au large de Lisbonne restent voisines au résultat de cette présente étude, à savoir, entre 53 et 254mm de LM, cette limite supérieure serait en adéquation avec les résultats de la décomposition de structure d'âge (voir tableau 2). Ceci est dû sans doute à l'échantillonnage de ces auteurs qui s'est réalisé sur la même période de l'année.

Le calcul de la taille moyenne a permis d'observer que les tailles moyennes des mâles sont supérieures à celles des femelles : en termes de longueur totale (LT) la longueur moyenne des femelles est de 138,6 mm et des mâles, celle-ci serait de 153,8mm. Du point de vue longueur du manteau, les tailles des femelles et des mâles seraient respectivement : 5,36 mm et 6,16mm. Ces résultats sont rapportés dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1. Tailles moyennes calculées chez *L. vulgaris*:

	Femelles	Mâles	Population
Taille moyenne en longueur totale (LT moyen) ± précision	29.1cm	28.3cm	28.9
Taille moyenne en longueur du manteau (LM moyen) ± précision	10.9 cm	10.7cm	10.8

Pendant la période d'échantillonnage, la taille moyenne des femelles en longueur totale et en longueur du manteau est légèrement supérieure à celle de mâles. Le test de l'écart réduit a montré que la différence entre les tailles moyennes pour les deux sexes était non significative.

A sexe confondu, les longueurs asymptotiques L_m^∞ et L_t^∞ déterminées par la méthode de Powell-Wetherall sont respectivement 132,3mm et de 300,4mm. La plupart des auteurs s'accordent à dire que la longévité de l'espèce étudiée est d'environ 12 mois, soit au voisinage d'un an. *Loligo vulgaris* dans la région algéroise aurait trois classes d'âge déterminées par la méthode de Bhattacharya (Figure 3) et mentionnés dans le tableau 2. Selon Guerra et al (1992), au recrutement, les individus ont une taille du manteau comprise entre 100 et 120mm, ce qui conforte les présents résultats résumés dans le tableau 2.

Tableau 2. Classes d'âge de *L. vulgaris* de la région centre algérienne

Classe d'âge	Lm (mm)
1	118,2
2	192,1
3	258,2



La taille moyenne a été établie et comparée entre les deux sexes en appliquant le test de l'écart réduit : au risque 5%

Avec : $L_m 1$: taille moyenne des femelles ; $L_m 2$: taille moyenne des mâles ; $S^2 1$: variance des femelles ; $S^2 2$: variance des mâles, $n 1$: effectif des femelles ; $n 2$: effectif des mâles.

Le logiciel FISAT II a permis d'établir, d'une part, les longueurs asymptotiques des mensurations totale (LT) et celles de la longueur du manteau (LM) via le modèle de Powell-Wetherall, et d'autre part, de déterminer la clé âge-longueur selon la méthode de Bhattacharya (1967).

Des rapports biométriques ont aussi été établis entre les longueurs et le poids total (LT-WT ; LM-WT) et entre la longueur totale et la longueur du manteau. Ces relations permettent de déterminer le type de la croissance (minorante, isométrique ou majorante).

D'après la littérature et l'âge de recrutement, ces classes d'âge ont été attribuées à 4 moi (118mm), 10mois (192mm) et 12mois (258mm).

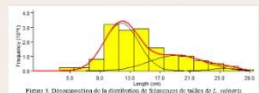


Figure 3. Densité de la distribution de la longueur du manteau (LM) de *L. vulgaris* de mâles et de femelles de la région de l'Algérie

Les relations biométriques entre les deux longueurs prises en considération et le poids totale, donnent les nuages de points illustrés dans les figures 4 et 5.

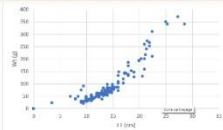


Figure 4. Relation taille (LM) et poids (WT) de *L. vulgaris*

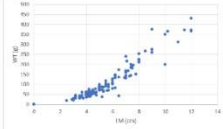


Figure 5. Relation taille (LT) et poids (WT) de *L. vulgaris*

Avec un bon coefficient de corrélation, la croissance chez *L. vulgaris*, semble être minorante avec un b de 1,96 en considérant la longueur totale et 2,04 en considérant la longueur du manteau. Les auteurs ayant étudié la croissance de *L. vulgaris*, affirment aussi une croissance minorante, tels que Guerra et al (1992) et Compillo (1993) avec un b de 2,5 ; Sanchez et al (2006) ont calculé un b de 2,45 ainsi que Morano et al (2007) qui ont noté un b de 1,98, très voisin au présent résultat.

Tableau 3. Résultats des rapports biométriques entre les longueurs et le poids total de *L. vulgaris*

	a	b	R
LT	0,4438	1,9566	0,8048
LM	2,7678	2,043	0,91

matériel et méthode

152 individus de *Loligo vulgaris*, provenant de la pêche chalutière, ont été sexés mesurés et pesés entre novembre 2024 et avril 2025 au niveau de la poissonnerie d'Alger (Port d'Alger). Cet échantillonnage aléatoire a donné 74 femelles et 78 mâles.

Les mensurations réalisées (Figure 1) sont : la longueur totale LT (de l'extrémité du manteau à l'extrémité du tentacule) ; la longueur du manteau LM (hors tête et bras) ainsi que la poids total WT mesuré au gramme près.

Le sexe est déterminé par observation macroscopique des organes reproducteurs à l'intérieur de la cavité palléale (les glandes nidamentaires des femelles étant orange) ainsi que l'observation du bras hectocotyle, bras modifié copulateur chez les calmars mâles. Les données ont été saisies dans une base dédiée pour l'analyse de la croissance et de la structure démographique de l'espèce

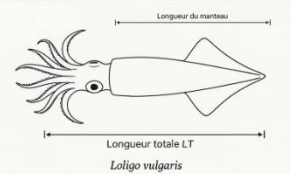


Figure 2. Mesures prises sur le calamar *loligo vulgaris*

Conclusion

La structure de population de *Loligo vulgaris* dans le centre algérien pendant la période d'échantillonnage établie sur 152 individus, montre des similitudes avec les résultats des autres auteurs. En effet, malgré la petite taille des individus mesurés, les résultats restent très comparables ; plus spécifiquement la taille de *L. vulgaris* à l'âge 1 et l'observation de la croissance minorante.

Bibliographie

- Arkhipkin A. 1995. Age, growth and maturation of the European Squid *Loligo vulgaris* (Myopsida, Loliginidae) on the west Sahara Shelf. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 75(03):593-604
- Bachari F. 2009. Modélisation et cartographie de la pollution marine et de la bathymétrie à partir de l'image satellitaire, Thèse de doctorat Université de Val de Marne Paris XII, 274p..
- Bhattacharya, C.G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics, 23 : 115-135.
- Belhabib T., Koutob V., Sall A., Lam V., Zellar D., Pauly D. 2013. Counting pirogues and missing the boat: Reply to Chaboud et al.'s comment on Belhabib et al. "Fisheries catch misreporting and its implications: The case of Senegal. 325-328p
- Bettencourt V., Coelho L., Andrade J.P., Guerra A. 1996. Age and growth of the Squid *Loligo vulgaris* of the South Coast of Portugal using Statoliths Analysis. Journal of Molluscan Studies, 62: 359-366
- Compillo A. Les pêcheries françaises de Méditerranée. Synthèse des connaissances. Ifremer, 206p
- Guerra A., Rocha F., Casas F., Fernandez T. 1992. *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopods, Loliginidae): their present status in Galician Fisheries. International Council for exploitation of the sea. CM 1992/K:40 Shellfish committee
- Hemida F. 2005. Les Séliciens de la côte algérienne : Biosystème des Requins et des Raies : Ecologie, Reproduction et Exploitation de quelques populations capturées. Thèse de Doctorat d'état, U.S.T.H.B., Alger : 204 p.
- Lalami Y. 1979. Etude biologique et halieutique du rouget de vase (*Mullus barbatus* L.) des côtes algériennes. Thèse de doctorat d'état. Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier : 510 p.
- Morano A., Azevedo M., Pereira J., Pierce GJ. 2007. Growth strategies in the Squid *Loligo vulgaris* from Portuguese Waters. Marine Biology Research, 3: 49-59
- Pierce GJ., Hasties LC., Guerra A., Thorpe RS., Howard FG., Boyle PR. 1994. Morphometric variation in *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi*, regional, seasonal, sex, maturity and worker differences. Fisheries Research, 21:127-148
- Rocha F. et Guerra A. 1999. Age and growth of two sympatric squids *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* in Galician Water (NW Spain). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 79: 697-707
- Sanchez P., Baeta M., Allue R. 2006. Biology and Population Dynamic of *Loligo vulgaris* in Catalan Water (NW Mediterranean). CIAC, Cephalopods life cycle.

ANNEX 2 : attestation

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة الوطنية العليا للعلوم والبحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



Attestation de participation

Cette attestation est décernée à

M. LAADJEL Ahmed Raid

A participé à la conférence intitulée « Interactions anthropiques avec la mer et le littoral : Perspectives scientifiques et stratégiques » CIAMEL 2025 » qui a eu lieu à l'ENSSMAL le 28 mai 2025 par une communication écrite intitulée :

« Structure de population du Calamar Loligo vulgaris (Lamarck, 1798) des pêcheries du centre algérien »

Co-auteurs: KENNOUCHE Hamane

Alger, le 28 mai 2025



الإستاذة : لينة كروم
المدرسة
Directrice de l'ENSSMAL

Résumé

Cette présente étude représente une étude pionnière relative à la croissance et l'exploitation du calamar *Loligo vulgaris* Lamarck 1798. Elle est réalisée au niveau de la région algéroise à partir des captures chalutières commerciales. Elle a permis d'établir un diagnostic biologique du stock local de cette espèce. Le sex-ratio est globalement équilibré avec des variations significatives selon les classes de taille. La croissance linéaire est réalisée en se basant sur les longueurs du manteau et les longueurs totales. Celle-ci obéit à une longueur du manteau asymptotique de 13,23 cm, à un K de 0,49/an et un t_0 de -0,33 an. L'application de Bhattacharya donne trois classes d'âge. Les indices d'exploitations, calculés par plusieurs méthodes, sont de 1,09/an pour la mortalité totale, 0,51/an pour la mortalité naturelle, donnant une mortalité par pêche de 0,58/an et un taux d'exploitation de 0,53. La taille de première capture est de 2,5cm. Quant à l'analyse de population virtuelle, celle-ci donne un âge actuel du stock de 1 an avec une taille moyenne de 5,7cm. La croissance serait le paramètre qui contribue le plus à l'augmentation (plus de 94%) de la biomasse maximale équilibrée, et au contraire, la mortalité naturelle est le facteur qui fait baisser le plus cette biomasse (57%). Le rendement par recrue obtenu par le F actuel se situe entre celui donné par le point de référence F0.1 et le FMSY. L'exploitation de cette espèce pourrait conduire à une dégradation du stock si aucune mesure de gestion durable n'est mise en œuvre.

Mots clés : *Loligo vulgaris*, croissance, exploitation, VPA

ملخصاً تمثل هذه الدراسة عملاً رائداً حول النمو واستغلال الحبار *Loligo vulgaris*

(لاماركلامارك 1798)، وقد أجريت في منطقة الجزائر العاصمة اعتماداً على المصيد التجاري بالشباك القاعية. سمحت الدراسة بوضع تشخيص بيولوجي للمخزون المحلي لهذا النوع. كانت نسبة الجنس متوازنة عموماً، مع وجود اختلافات معنوية حسب فئات الحجم. تم تحليل النمو الخ ط بالاعتماد على أطوال العباءة والأطوال الكلية الكلية، حيث تم تسجيل طول عباءة لها يبلغ 23.13 سم معاملاً

وجود ثلاث فئات Bhattacharya نمو قدره 49.0 في السنة، وعمر نظري عند الطول صفر يساوي ناقص 33.0 سنة. أظهر تحليل عمرية. تم حساب مؤشرات الاستغلال بعدة طرق، حيث بلغت الوفاة الكلية 09.1 في السنة السنة والوفاة الطبيعية 51.0 في السنة السنة معاملاً ببيع ط وفاة بالصيد تقدر بـ 58.0 في السنة، ومعدل استغلال يساوي 53.0. كانت طول أول عملية صيد عند 5.2 سم. أما تحليل السكان الظاهري فأظهر أن العمر الحالي للمخزون هو سنة واحدة، بمتوسط طول 7.5 سم. ويعد النمو العامل الأكبر مساهمة في زيادة الكتلة الحيوية المتوازنة القصوى (أك ت من 94%) في ح ي تعدد الوفاة الطبيعية العامل الأكبر تأت ثا في تقليصها بنسبة 57% وقد يؤدي استغلال هذا النوع إلى FMSY و F0.1 ويقع العائد لكل مجند عند مستوى جهد الصيد الحالي ب في القيمة المرجعية

تدهور المخزون في حال عدم تطبيق تدابير فعالة للإدارة

المستدامة الكلمات المفتاحية ، VPA: لوليغو فولغاريس، النمو، الاستغلال

Abstract

This study represents a pioneering work on the growth and exploitation of the squid *Loligo vulgaris* (Lamarck, 1798). It was carried out in the Algiers region based on commercial bottom trawl landings. The study allowed for a biological assessment of the local stock of this species. The sex ratio was generally balanced, with significant variations depending on size classes. Linear growth was analyzed using mantle and total lengths, with an asymptotic mantle length of 13.23 cm, a growth rate of 0.49 per year, and a theoretical age at zero length of minus 0.33 years. The Bhattacharya method identified three age classes. Exploitation indices, calculated by various methods, showed a total mortality of 1.09 per year, natural mortality of 0.51 per year, fishing mortality of 0.58 per year, and an exploitation rate of 0.53. The length at first capture was 2.5 cm. The virtual population analysis showed that the current stock age is one year, with an average length of 5.7 cm. Growth appears to be the main factor contributing to the increase in the maximum sustainable biomass (more than 94%), while natural mortality is the most important factor in its reduction (57%). The yield per recruit at the current fishing effort lies between the reference points $F_{0.1}$ and F_{MSY} . Exploiting this species without the implementation of sustainable management measures could lead to stock depletion. **Keywords:** *Loligo vulgaris*, Growth, Exploitation, VPA



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل
Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral

Etude technico-économique en vue de l'obtention
du diplôme Start-up

Projet:

BlueShield

"Protéger les côtes. Connecter les acteurs de la mer."

Présenté par :

Hadjeres Soulef Leblalta Chelia Laadjal Ahmed Raid

Soutenu le /06/2025, devant le jury composé de :

Carte d'information

1. Equipe d'encadrement :

Mme.Maoual	Professeur – ENSSMAL
Mr.Otmani Housseyn	Professeur – ENSSMAL
Mr. Khelifi Touhami M.R.	GIZ
Mme .Kennouche Hanane	Professeur – ENSSMAL

2.Equipe de projet :

IEBLALTA cHELIA	Gestion et protection du littorale	
hadjeres soulef	GESTION ET PROTECTION DU LITTORALE	
laadjel ahmed raid	halieutique	

Table de matière :

Introduction	44
premier axe : Présentation du projet	45
1.L'idée de projet :	45
2.Les valeurs proposées :	45
3.Equipe de travail :	45
4.Objectifs du projet :	46
Deuxième axe: Aspects innovants	49
1.Aspects innovants	49
2.Domaines d'innovation :	49
Troisième axe : Analyse stratégique du marché	50
1.Le segment du marché :	50
2.Mesure de l'intensité de concurrence :	51
3.La stratégie marketing	51
Quatrième axe : Plan de production et organisation	53
1.Le processus de production :	53
2.L'approvisionnement:	53
3.La main d'œuvre :	53
4.Les principaux partenaires :	54
Cinquième axe : Plan financier	55
1.Les couts et charges :	55
2.Le chiffre d'affaires :	56
3.Les comptes de résultats escomptés :	57
4.Le plan de trésorerie :	58
Sixième axe : Prototype expérimenta	Error! Bookmark not defined.
BUSINESS MODEL CANVA	Error! Bookmark not defined.

Introduction

Dans un contexte de changement climatique global et de pression anthropique croissante sur les écosystèmes côtiers, la gestion intégrée des zones littorales constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour les pays méditerranéens. L'Algérie, avec ses 1 622 kilomètres de côtes, fait face à des défis environnementaux, économiques et sociaux complexes qui nécessitent des approches innovantes et des outils technologiques performants.

Les zones côtières algériennes concentrent près de 40% de la population nationale et génèrent une part significative de l'activité économique du pays, notamment à travers la pêche, le tourisme et les activités industrialo-portuaires. Cependant, ces espaces stratégiques sont confrontés à des risques multiples : érosion côtière, submersion marine, pollution, surexploitation des ressources halieutiques et dégradation des écosystèmes marins. Parallèlement, les acteurs du secteur maritime - pêcheurs, collectivités locales, institutions de recherche - évoluent dans un environnement fragmenté, marqué par un manque de coordination et un accès limité à l'information environnementale en temps réel.

Face à cette problématique complexe, le projet Blue Shield propose une approche disruptive en développant une plateforme numérique intelligente qui intègre la surveillance environnementale côtière et la valorisation économique des ressources maritimes. Cette solution technologique innovante vise à répondre simultanément aux besoins de prévention des risques naturels et de dynamisation de l'économie bleue algérienne.

L'objectif de ce projet de fin d'étude est de concevoir et de valider la faisabilité d'une solution technologique intégrée combinant un système d'alerte environnementale premium basé sur l'intelligence artificielle et les données géospatiales, avec une marketplace maritime multifonctionnelle. Cette approche hybride permettra aux acteurs du littoral de bénéficier d'outils de prévention des risques tout en facilitant les échanges commerciaux et la valorisation des produits de la mer.

Le présent document structure notre démarche entrepreneuriale autour de six axes stratégiques : la présentation du projet et de ses valeurs ajoutées, l'analyse des aspects innovants, l'étude stratégique du marché, la planification opérationnelle et organisationnelle, l'évaluation financière, et enfin le développement d'un prototype expérimental. Cette approche méthodologique nous permettra de démontrer la viabilité technique, commerciale et économique de Blue Shield, tout en contribuant à l'émergence d'une nouvelle génération d'outils numériques au service de la gestion durable des zones

Le premier axe : Présentation du projet

1. L'idée de projet

BlueShield est un projet numérique innovant dédié à la gestion intégrée des zones côtières et à la valorisation durable des ressources maritimes. L'idée est née d'un double constat : d'une part, les littoraux sont de plus en plus menacés par des risques naturels (érosion, submersion, pollution marine), et d'autre part, les acteurs de la mer pêcheurs, collectivités, chercheurs manquent d'un espace centralisé, moderne et transparent pour vendre, acheter ou accéder à des services spécialisés.

Notre solution consiste à créer une plateforme intelligente qui combine un **système d'alerte environnementale premium** (payant dès le lancement, avec accès à des données géospatiales en temps réel sur les aléas naturels) et une **marketplace maritime** structurée autour de trois pôles : les produits halieutiques (vente directe), les équipements et services (réparation, location, entretien), et les données spécialisées (Les cartes, rapports techniques, données géographiques, études). Ces services non liés à l'alerte seront proposés dans un **modèle freemium** au début, afin de démocratiser l'accès, tester l'adoption et faire connaître la plateforme auprès des usagers.

Le projet sera mis en œuvre par une équipe jeune, complémentaire et engagée : LEBLALTA Chelia (CEO), HADJERES Soulef (CTO) et LAADJAL Ahmed Raid (CMO). BlueShield sera lancé d'abord sur le littoral avant d'être progressivement étendu à l'échelle méditerranéenne et africaine. Grâce à l'intelligence de la donnée et à la proximité terrain, BlueShield vise à devenir une référence en matière de résilience côtière, de transparence économique et de transformation numérique du secteur maritime

2. Les valeurs proposées

Le projet BlueShield livre une combinaison unique de valeur ajoutée à ses utilisateurs, à travers une plateforme intelligente qui répond à des besoins à la fois environnementaux et économiques dans les zones côtières. Les valeurs livrées s'articulent autour des axes suivants :

- **La modernité** : BlueShield répond à des besoins entièrement nouveaux en intégrant pour la première fois un système d'alerte environnementale premium avec une marketplace maritime spécialisée. Aucun outil actuel ne combine ainsi la veille côtière en temps réel avec des services marchands pour les acteurs du littoral.
- **La performance** : Le système d'alerte s'appuie sur des données géospatiales à jour (topographie, bathymétrie, état des dunes, etc.) et des algorithmes avancés, garantissant des alertes fiables et pertinentes pour la prévention des risques côtiers.
- **La flexibilité** : Les services proposés (études environnementales, géotechniques, vente d'engins, produits halieutiques, etc.) seront ajustables selon le profil de l'utilisateur : pêcheur, chercheur, institution ou collectivité. Des modules complémentaires pourront être activés ou désactivés selon les besoins.

- Accomplissement de tâches : BlueShield permet aux utilisateurs d'accomplir des tâches concrètes : anticiper un risque naturel, vendre un produit de pêche, acheter un engin, télécharger une étude, ou même visualiser l'état d'une zone côtière en quelques clics.
- La conception : L'interface sera pensée pour être intuitive, avec une architecture modulable, multilingue et adaptée au terrain local (zones rurales, zones côtières, profils non technophiles).
- Réduction des coûts et des risques : Le système d'alerte permet de réduire les pertes économiques liées aux événements extrêmes, tandis que la marketplace diminue les coûts d'intermédiation, en facilitant l'accès direct entre offre et demande.
- Accessibilité : En adoptant un modèle freemium pour la plupart des services, BlueShield démocratise l'accès à des outils numériques et à des services spécialisés qui, auparavant, étaient coûteux ou indisponibles pour les petits usagers du littoral.
- Facilité d'utilisation : L'accent est mis sur la simplicité d'usage : navigation ergonomique, alertes personnalisées, recherche intelligente, assistance utilisateur intégrée. L'objectif est que tout utilisateur même sans compétences techniques puisse exploiter le plein potentiel de la plateforme.

3. Equipe de travail

Le projet BlueShield est porté par une équipe complémentaire et spécialisée, composée de trois étudiants de l'École Supérieure de Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, unis par une vision commune : intégrer la science et la technologie au service de la résilience côtière et de l'économie maritime.

LEBLALTA Chelia, en qualité de CEO et Responsable Stratégique, pilote la vision globale du projet. Spécialisée en Systèmes d'Information Géographique (SIG) et cartographie marine, elle possède une solide formation en gestion intégrée des zones côtières (GIZC) et en aménagement littoral. Grâce à ses compétences en génie côtier, analyse des risques et planification spatiale, elle assure la cohérence stratégique du projet et son alignement avec les enjeux environnementaux. Elle coordonne également les partenariats institutionnels et les volets liés à la gouvernance marine.

HADJERES Soulef, CTO et Responsable Technique, est experte en technologies géospatiales, télédétection et modélisation côtière. Elle développe l'architecture technique de la plateforme, notamment les algorithmes d'alerte basés sur les données SIG. Elle est responsable de l'intégration des flux de données environnementales, de la maintenance des outils numériques, ainsi que de l'innovation technique continue. Sa mission est de garantir la fiabilité et la performance de la solution digitale.

LAADJAL Ahmed Raid, en tant que CMO et Responsable Commercial, est spécialisé en ressources halieutiques et en économie maritime. Il conçoit la stratégie de mise en marché de la marketplace, développe les partenariats avec les acteurs de la pêche et pilote la gestion de la chaîne de valeur des produits maritimes. Il veille à l'adéquation de l'offre aux besoins des

usagers (pêcheurs, chercheurs, entreprises) et mène les études de marché nécessaires à l'évolution du projet.

Organisation du travail

L'équipe fonctionne selon un schéma horizontal et agile, où chaque membre est responsable d'un pôle spécifique (stratégique, technique ou commercial), avec une coordination hebdomadaire assurée par la CEO. Les tâches sont réparties selon les domaines de compétences, tout en favorisant la transversalité sur les décisions clés (design, modèle économique, interactions clients, tests).

Modes d'interaction

La communication au sein de l'équipe se fait via des outils collaboratifs numériques (Google ,Linkedin ,Drive, Trello, WhatsApp, GitHub pour le code) et des réunions régulières (1 réunion formelle/semaine, points journaliers courts). Le travail est mené en présentiel ou à distance, avec un fort esprit d'initiative, de complémentarité et de co-construction. Cette dynamique favorise la réactivité et la créativité dans la résolution des défis.

4. Objectifs du projet :

Le projet vise à créer une plateforme intelligente combinant un système d'alerte environnementale (premium) et une marketplace maritime (freemium / premium), dédiée à la gestion durable du littoral et à la valorisation des ressources halieutiques.

Objectifs commerciaux :

- Court terme (1–2 ans) : Lancer la plateforme en zone pilote, obtenir une part de marché de 2–3 % et créer des premiers partenariats professionnels.
- Moyen terme (3–4 ans) : Étendre à l'échelle nationale, monétiser certaines fonctionnalités, atteindre 8–10 % du marché.
- Long terme (5 ans) : Devenir un acteur clé régional, viser 15–20 % de part de marché en Algérie et amorcer l'exportation du modèle

5. Calendrier de réalisation de projet :

Pour mener à bien ce projet, l'objectif final est divisé en six tâches principales : études préalables, acquisition d'équipements, aménagement du siège, installation technique, achat de ressources numériques et réalisation de projets pilotes. Chaque tâche requiert un temps spécifique. Les résultats clés attendus sont respectivement : un plan d'affaires validé, du matériel de pointe livré, des locaux opérationnels, une infrastructure technique fonctionnelle, une suite logicielle complète et des cartographies 3D de démonstration. Ce découpage permet une gestion efficace du projet sur 15 mois, avec des jalons précis pour suivre l'avancement.

Deuxième axe: Aspects innovants

1.Aspects innovants

- Innovation technologique

- Utilisation de technologies avancées (données géospatiales en temps réel, systèmes d’alerte environnementale intelligents, plateforme digitale intégrée) pour la gestion des risques côtiers et la valorisation des ressources maritimes.

- Innovation de service

- Offre d’une marketplace maritime multifonctionnelle regroupant produits, équipements, services et données spécialisées, facilitant les échanges entre acteurs (pêcheurs, collectivités, chercheurs).

- Modèle freemium innovant pour démocratiser l’accès et tester l’adoption.

- Innovation organisationnelle

- Centralisation et mise en réseau des acteurs de la mer sur une plateforme commune, créant une nouvelle dynamique collaborative et de transparence dans un secteur fragmenté.

- Lancement progressif à partir d’une zone pilote (littoral algérien) avec une stratégie d’expansion régionale.

- Innovation sociale

- Implication directe des acteurs locaux dans l’utilisation de la plateforme, renforçant la résilience des communautés côtières face aux risques naturels.

- Facilitation de l’accès à l’information et aux services, réduisant les inégalités d’accès aux outils numériques spécialisés.

- Innovation économique

- Création de nouvelles opportunités économiques grâce à la marketplace, qui permet la vente directe de produits halieutiques et la location/entretien d’équipements maritimes.

- Modèle économique combinant services payants premium et services freemium pour maximiser l’adoption et la rentabilité

2. Domaines d’innovation

- Utilisation de technologies avancées : capteurs IoT, imagerie satellite, intelligence artificielle.

- Suivi en temps réel des zones côtières et gestion des risques naturels.

- Système d'alerte environnementale premium accessible aux utilisateurs.
- Marketplace maritime pour la vente directe, services, équipements et données spécialisées.
- Ciblage de nouveaux segments clients : pêcheurs, collectivités, chercheurs.
- Modèle économique hybride : freemium pour démocratiser l'accès et premium pour les services avancés.
- Amélioration de l'efficacité opérationnelle et transparence dans le secteur maritime.
- Contribution à la gestion durable et résilience des littoraux.

Troisième axe : Analyse stratégique du marché

1.Le segment du marché

. Marché potentiel

- **Segment** : Pêcheurs artisanaux et professionnels, collectivités locales, chercheurs, entreprises maritimes, gestionnaires d'aires marines protégées, ministères concernés (Ministère de la Pêche, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Aménagement du Territoire).
- **Motivations** : Accès à des données en temps réel sur risques naturels, optimisation de la pêche, gestion durable des ressources, sécurité et résilience côtière.
- **Localisation** : Littoral algérien (Ouest,Centre ,Est) extension future Méditerranée et Afrique.
- **Taille** : Plusieurs milliers d'acteurs du secteur maritime et institutions publiques.

. Marché cible

- Pêcheurs et coopératives du littoral algérien.
- Collectivités et autorités locales engagées.
- Institutions de recherche marine.
- Ministères en charge de la pêche, de l'environnement et de l'aménagement.

. Pourquoi ce marché cible ?

- Concentration élevée d'activités maritimes et risques côtiers.
- Besoin fort d'outils numériques adaptés.
- Soutien potentiel des autorités et accès facilité via partenariats ministériels.
- Impact direct sur la gestion durable et la résilience.

. Possibilité de contrats

- Coopératives de pêche déjà intéressées pour phase pilote.

- Collaboration avec instituts de recherche.
- Abonnements premium pour acteurs professionnels et institutions publiques.
- Appui attendu des ministères via des accords-cadres.

2. Mesure de l'intensité de concurrence :

Présentation de la concurrence (Benchmark)

Concurrents directs (inexistants en Algérie) : Géant Technologie comme Oued Knis

Concurrents indirects

1. Services météorologiques traditionnels

- Office National de Météorologie (ONM)
- Services : Bulletins météo généraux
- Limites : Non spécialisés secteur maritime, données limitées

2. Fournisseurs équipements traditionnels

- Magasins physiques d'équipements de pêche
- Importateurs matériel maritime
- Limites : Pas de digitalisation, offre limitée

3. Solutions internationales

- Windy.com (météo marine)
- MarineTraffic (trafic maritime)
- Limites : Non adaptées au contexte algérien, en langues étrangères

3. La stratégie marketing

1. Objectif principal

- Sensibiliser et convaincre les acteurs de la mer (pêcheurs, collectivités, chercheurs) d'adopter la plateforme BlueShield pour la gestion intégrée et durable des zones côtières.

2. Actions clés

- **Communication ciblée :**

-Campagnes digitales sur réseaux sociaux et forums professionnels maritimes.

-Présence dans des événements locaux (conférences, salons maritimes, ateliers avec collectivités).

-Partenariats avec institutions et ministères (Ministère de la Pêche, de l'Environnement).

- **Offre Freemium :**

-Proposer un accès gratuit aux services de base pour encourager l'adoption.

-Offrir un service premium payant pour les alertes environnementales en temps réel et données avancées.

- **Démonstrations terrain :**

-Organisation de sessions de formation et démonstration auprès des pêcheurs et acteurs locaux.

- **Support client réactif :**

-Mise en place d'un service client accessible et à l'écoute des utilisateurs.

3. Mix marketing (4P)

Élément	Description
Produit	Plateforme digitale intégrée (alerte environnementale + marketplace maritime).
Prix	Modèle freemium : gratuité des services de base, abonnement pour services premium.
Place (Distribution)	Plateforme accessible en ligne (web et application mobile), déploiement ciblé en Algérie.
Promotion	Marketing digital, événements sectoriels, partenariats institutionnels, démonstrations, la foire...ect .

4. Contraintes budgétaires

- Prioriser les canaux à fort impact et faible coût (réseaux sociaux, partenariats locaux).
- Utiliser le bouche-à-oreille et les ambassadeurs locaux pour augmenter la visibilité

Quatrième axe : Plan de production et organisation 1.

Le processus de production :



2. L'approvisionnement

Notre start-up BlueShield, spécialisée dans la surveillance environnementale côtière intelligente, adopte une stratégie d'approvisionnement rigoureuse et technologique. Nous structurons nos achats pour garantir une qualité maximale tout en maîtrisant nos investissements.

Pour les données, nous combinons des flux satellites (Copernicus, Planet Labs) et des archives LiDAR disponibles via des partenaires scientifiques, assurant une couverture géospatiale fiable et actualisée. Côté matériel, nous ciblons des équipements spécifiques à nos besoins : capteurs IoT robustes, serveurs cloud sécurisés, stations météo marines et logiciels IA dédiés à la prévision environnementale.

Nos fournisseurs, sélectionnés pour leur expertise et leur réactivité, incluent des leaders technologiques (AWS, Seed Studio, fournisseurs spécialisés en océanographie). Des contrats-cadres permettent de sécuriser les composants critiques comme les modules de transmission, les cartes embarquées et les logiciels analytiques.

Notre politique de paiement est pensée pour soutenir notre montée en puissance : paiements échelonnés pour le matériel lourd, accès à des financements partenaires à taux avantageux, et optimisation des achats groupés pour les licences et les consommables. Cette organisation garantit à BlueShield une maîtrise de ses ressources tout en restant à la pointe de l'innovation environnementale

3. La main d'œuvre

Le projet BlueShield vise la constitution d'une équipe spécialisée autour de la conception, la fabrication et l'exploitation d'un système numérique de gestion côtière intelligent. Il permettra la création directe de 12 à 18 postes dans sa phase initiale, avec une montée en charge progressive selon le développement du marché.

Notre besoin se répartit comme suit

- Techniciens spécialisés en électronique et systèmes embarqués, pour l'assemblage et la maintenance des composants physiques de notre système (capteurs, stations de monitoring, interfaces de terrain).
- Ingénieurs en géomatique et SIG, pour la conception des couches cartographiques, la gestion des bases de données spatiales, l'analyse des images satellites, et l'intégration des données temps réel via LiDAR et IoT.
- Développeurs logiciels (full-stack, IA, backend SIG), en charge des algorithmes de prédiction, des interfaces web et mobiles, et de la sécurité des données.
- Chargés de suivi environnemental et experts maritimes, pour valider les modèles, interpréter les alertes, et renforcer le lien avec les communautés littorales.
- Commerciaux et community managers, basés dans les principales zones côtières, en charge du déploiement et du support aux usagers.

En parallèle, nous recourons à de la manutention spécialisée ponctuelle pour l'installation d'équipements, les tests en mer et le transport de matériel technique.

Cette approche assure un équilibre entre expertise de pointe, fabrication locale et ancrage territorial, tout en favorisant l'emploi jeune et qualifié dans les domaines du numérique et de l'économie bleue

4. Les principaux partenaires

Catégorie	Parties prenantes clés
Institutions gouvernementales	- Protection civile- Ministère de l'Intérieur- Ministère de l'Environnement- Ministère de la Pêche- Office National de Météorologie (ONM)- ANRH- Wilayas et communes- Autorités portuaires- MDN (SHFN, SHR)
Instituts scientifiques et techniques	- CNRO- ENSSMAL- Universités et laboratoires spécialisés (SIG, IA, risques, océanographie)
Communication et diffusion d'alerte	- Opérateurs télécoms (Mobilis, Djezzy, Ooredoo)- Médias nationaux et locaux- Plateformes mobiles et réseaux sociaux

Acteurs du littoral et maritime	- Pêcheurs professionnels et artisanaux- Coopératives de pêche- Capitaineries- Entreprises de transport maritime- Acteurs du tourisme côtier
Société civile et ONG	- ONG environnementales- Associations locales- Comités de quartiers littoraux
Partenaires techniques et internationaux	- FAO, PNUD, UNESCO, GIZ- Banque mondiale, BERD- Startups et entreprises technologiques (IA, SIG, alertes)

Cinquième axe : Plan financier

1. Les couts et charges

Coûts et investissements du projet

Poste de dépense	Détail	Coût estimé (DZD)
Développement technologique	Infrastructure cloud, serveurs, APIs, sécurité	6 000 000
Développement logiciel	Développement web/mobile, UX/UI, tests	5 000 000
Matériel & capteurs IoT	Stations météo, LiDAR, sondes océano.	4 500 000
Données & SIG	Imagerie satellite, données bathymétriques	2 000 000
Communication & lancement	Campagnes marketing, visuels, plateforme web	1 000 000
Formation & assistance	Sessions avec les pêcheurs, coopératives, B2B	1 000 000
Salaires & consultants	Équipe technique, support, commerciaux	3 000 000
Frais administratifs et juridiques	Enregistrement, contrats, assurance	500 000

Modes et sources de financement

Source de financement	Montant visé (DZD)	Type	Statut
Fonds propres (apport des promoteurs)	3 000 000	Fonds initiaux	Acquis
Subvention ministère / programme national	5 000 000	Aide publique à l'innovation	En cours de demande
Partenariat FAO ou PNUD	4 000 000	Coopération internationale	À solliciter
Investisseurs privés (Seed/Business Angel)	6 000 000	Capital d'amorçage	Recherche
Appel à projet international (ex. SwitchMed, PRIMA, etc.)	5 000 000	Subvention ou cofinancement	Préparation dossier

Remboursement et plan de paiement (prévisionnel)

Mois	Dépenses cumulées (DZD)	Revenus estimés (DZD)	Gap de financement	Financement mobilisé
Mois 1–3	6 000 000	0	-6 000 000	Fonds propres
Mois 4–9	12 000 000	2 000 000	-10 000 000	Subventions/Partenaires
Mois 10–12	5 000 000	5 000 000	0	Revenu + aide ciblée
Mois 13+	-	> 3 000 000 / mois	-	Autofinancement

2. Le chiffre d'affaires

Notre chiffre d'affaires prévisionnel pour la première année d'activité de BlueShield, spécialiste des solutions intelligentes de surveillance marine et gestion environnementale par technologies avancées (IA, capteurs, drones), est estimé à 7 000 000 de dinars algériens selon nos premières projections. Ce montant, fondé sur une analyse de marché rigoureuse, traduit un lancement encourageant pour notre offre innovante à forte valeur ajoutée. Toutefois, les incertitudes liées au démarrage d'une nouvelle activité peuvent faire varier ce chiffre, à la hausse comme à la baisse. C'est pourquoi nous avons élaboré deux scénarios de prévision pour les trois premières années d'exploitation :

Prévisions de chiffre d'affaires

Scénario optimiste

Ce scénario repose sur une conquête commerciale particulièrement dynamique dès le lancement et une montée en puissance rapide sur notre marché de niche :

- **Année 1 : 8 500 000 DA**

Notre solution innovante de surveillance marine intelligente capte rapidement l'attention des acteurs clés. Nous signons des contrats importants avec le Ministère de l'Environnement ainsi que les wilayas côtières d'Alger et de Béjaïa, désireuses d'intégrer nos technologies avancées pour la gestion durable de leurs zones marines.

- **Année 2 : 14 000 000 DA**

Fort de notre succès initial, notre offre s'élargit avec des services complémentaires de suivi écologique et de gestion de données. Nous gagnons la confiance du Centre National de Recherche en Océanographie et de plusieurs sociétés privées, ce qui nous permet de consolider notre position sur le marché.

- **Année 3 : 20 000 000 DA**

Notre réputation bien établie nous ouvre de nouveaux marchés, notamment dans d'autres wilayas littorales et auprès d'ONG internationales. Notre capacité à innover et à proposer des services sur-mesure nous permet d'atteindre ce chiffre d'affaires ambitieux.

Scénario pessimiste

Ce scénario, plus prudent, anticipe un rythme de développement commercial plus mesuré face à la nouveauté de notre activité :

- **Année 1 : 4 200 000 DA**

Malgré un intérêt certain pour notre technologie, notre démarrage est ralenti par des cycles longs de négociation et des contraintes budgétaires chez nos clients potentiels, ce qui limite notre chiffre d'affaires initial.

- **Année 2 : 7 800 000 DA**

Nous parvenons à convaincre progressivement de nouveaux clients grâce à la qualité de nos prestations. Toutefois, la concurrence sur ce marché naissant reste vive, freinant une croissance plus rapide.

- **Année 3 : 12 000 000 DA**

Le bouche-à-oreille positif et la reconnaissance de notre expertise nous ouvrent

d'avantage de portes. Le chiffre d'affaires continue de croître, mais à un rythme plus modéré qu'en scénario optimiste.

Ces deux scénarios, optimiste et pessimiste, offrent une fourchette réaliste de prévisions de revenus pour notre phase de lancement. Ils nous permettent d'anticiper avec précision nos besoins en financement et d'adapter notre stratégie commerciale en fonction du rythme de croissance effectif.

3. Les comptes de résultats escomptés

Le compte de résultat prévisionnel constitue un élément clé pour démontrer la viabilité économique de BlueShield, notre entreprise spécialisée dans les solutions technologiques de surveillance marine et gestion environnementale. Le tableau ci-dessous présente nos projections rigoureuses de revenus, charges et résultats nets pour les trois premières années d'exploitation de notre bureau d'études.

Tableau des comptes de résultats prévisionnels (en milliers de dinars algériens).

Compte de résultat prévisionnel (en milliers de DA)	Année 1	Année 2	Année 3
Chiffre d'affaires	7 000	12 000	18 000
Coûts des ventes	3 500	6 000	9 000
Marge brute	3 500	6 000	9 000
Charges opérationnelles	2 000	3 000	4 000
EBITDA	1 500	3 000	5 000
Dotations aux amortissements	400	600	800
Résultat opérationnel	1 100	2 400	4 200
Charges financières	150	140	130
Résultat avant impôts	950	2 260	4 070
Impôts sur les bénéfices	285	678	1 221
Résultat net	665	1 582	2 849

Le BFR représente le financement dont notre entreprise a besoin pour faire face au décalage entre le règlement des dépenses d'exploitation et l'encaissement des recettes, il se calcule en prenant en compte :

- Le stock de matières premières/données à financer
- Les créances clients (factures émises non encore payées)
- Moins les dettes fournisseurs (factures à payer)

$$\text{BFR} = \text{Stocks} + \text{Créances clients} - \text{Dettes fournisseurs}$$

Stocks

Pour garantir la continuité et la qualité de nos prestations, BlueShield doit maintenir un stock permanent de données géospatiales (images satellite, modèles numériques) et de consommables techniques (pièces de rechange pour drones, stockage numérique). Le volume de ce stock est estimé à **600 000 DZD**.

Créances clients

Nos clients, principalement des institutions publiques et parapubliques, bénéficient de délais de paiement moyens de 90 jours. Sur un chiffre d'affaires prévisionnel annuel de **8 000 000 DZD**, le montant des créances clients est donc estimé à **2 000 000 DZD**.

Dettes fournisseurs :

Les conditions de paiement négociées avec nos fournisseurs (équipementiers, éditeurs de logiciels, prestataires techniques) sont en moyenne de 60 jours. Avec des achats annuels prévus à **4 000 000 DZD**, le montant des dettes fournisseurs est évalué à **666 667 DZD**.

Le besoin en fonds de roulement global s'élève ainsi à :

$$\text{BFR} = 600\ 000 + 2\ 000\ 000 - 666\ 667 = 1\ 933\ 333\ \text{DZD}$$

Cette estimation d'un BFR d'environ **1,93 million de dinars** nous permet d'anticiper les besoins de financement liés au cycle d'activité de BlueShield. Ce montant devra être couvert par une trésorerie disponible et/ou des lignes de crédit spécifiques. Un suivi régulier et une gestion rigoureuse du BFR seront essentiels pour assurer la stabilité financière et la pérennité de notre entreprise dans le domaine innovant de la surveillance et gestion marine intelligente.

4. Le plan de trésorerie

Le plan de trésorerie prévisionnel est un outil clé pour toute entreprise. Il nous permet d'anticiper avec précision les flux de liquidités entrants et sortants durant la première année d'activité. Cette projection est indispensable pour dimensionner correctement nos besoins en financement initiaux et garantir une gestion saine de notre trésorerie, assurant ainsi la pérennité de BlueShield.

Le tableau ci-dessous présente notre plan de trésorerie mensuel prévisionnel pour la première année d'exploitation de notre microentreprise spécialisée dans la surveillance marine intelligente par technologies avancées.

(Les chiffres sont en milliers de dinars algériens).

Mois	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
Ventes	500	700	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	13700
Total rentrée	500	700	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	13700
Dépenses d'exploitation													
Achat données/consommables	120	100	110	130	120	140	130	140	150	140	130	140	1540
Salaires	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	5400
Charges locatives	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	720
Autres charges	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	600
Total dépenses	680	660	670	690	680	700	690	700	710	700	690	700	8260
Trésorerie nette d'exploitation	-180	40	230	310	420	500	610	700	790	900	1010	1100	6430
Investissements			7000			3000							10000
Prêt bancaire	8000												8000
Apports en fonds propres	4000												4000
Total financement	12000												12000
Variation de trésorerie	11820	40	-6770	310	420	-2500	610	700	790	900	1010	1100	7630
Trésorerie début période	0	11820	11860	5090	5400	5820	3320	3930	4630	5420	6320	7330	0
Trésorerie fin de période	11820	11860	5090	5400	5820	3320	3930	4630	5420	6320	7330	8430	8430

Sixième
axe :

Prototype expérimenta



Blueshieldproto.html

PARTENAIRES CLÉS



- **Publics** : Ministère de la Pêche et l'environnement, DGL, ANCC, INCT
- **Privés** : Coopératives de pêche, opérateurs télécoms (Algérie Télécom, Djezzy), startups maritimes
- **Forces de sécurité** : MDN (SHFN, SHR) pour l'accès aux zones sensibles
- **Internationaux** : Programme UE « Littoral Durable »
- **Financiers** : BADR

ACTIVITÉS CLÉS



- Collecte, traitement et visualisation de données environnementales (érosion, houle, pollution...)
- Mise à jour dynamique de cartes SIG + prévisions météo marines
- Maintenance des modules IA et systèmes d'alerte
- Animation communautaire : forums pêcheurs, webinaires
- Marketplace halieutique : achat/vente de produits et matériels

RESSOURCES CLÉS



- **Technologiques** : IA, satellites, capteurs IoT, SIG, base de données météo
- **Humaines** : Développeurs, ingénieurs SIG, météorologues, commerciaux
- **Partenariats** : coopératives, universités, ANCC, DGL
- **Infrastructure** : cloud sécurisé, centres de données

PROPOSITION DE VALEUR



BlueShield :

Protéger durablement le littoral algérien et sécuriser les revenus des pêcheurs grâce à une plateforme intelligente, collaborative et 100% adaptée aux besoins locaux."

Décliné en 3 buts concrets :

1. **Prévention** : Anticiper les aléas (alertes intelligentes)
2. **Protection** : Sécuriser les revenus des pêcheurs
3. **Valorisation** : Plateforme e-commerce pour pêche et matériel
4. **Cartographie** : Accès à des cartes interactives mises à jour
5. **Information** : Données et rapports fiables pour les collectivités et chercheurs
6. **Transparence** : Transparence des prix pour les pêcheurs.

Unique en Algérie : 1^{re} plateforme en Algérie intégrant données temps réel + marché halieutique + services prédictifs IA.

code d'activité:

- **607069**: Programmation informatique (développement plateforme/applications)
- **021803**: Administrateur de serveurs/infrastructures numériques
- **060703**: Ingénieur en environnement /sécurité
- **catégorie (5)**: Distribution en détail

RELATION CLIENTS



- Support client 24/7 (chat intégré, hotline dédiée)
- Ateliers et formations sur le terrain (usage des données, prévisions, sécurité)
- Portail interactif : accès personnalisé (pros/collectivités)
- Fidélisation via espace communautaire et événements

DISTRIBUTION



- **Digitaux** : Application mobile (iOS/Android), plateforme web, alertes SMS/WhatsApp.
- **Physiques** : Kiosques dans les ports (Alger, Béjaïa, Oran, Skikda...).
- **Partenariats** : mairies, coopératives, foires halieutiques, salons internationaux
- **Communication ciblée**: Offre de Service, emailing, participation dans les salons, réseaux sociaux, démonstrations locales

SEGMENTS DE MARCHÉ



- **Pêcheurs** : (artisans/industriels)
- **Collectivités locales** : APC, wilayas littorales
- **Institutions publiques** : ministères, ANRH, protection civile
- **Universitaires et chercheurs** : Sonatrach, opérateurs touristiques, **transport maritime**
- **Transformateurs halieutiques**
- **ONG environnementales, bailleurs internationaux**

STRUCTURE DE COÛTS



- **Développement tech** : 15M DZD (app, SIG, IA)
- **Marketing digital et terrain** : 5M DZD (campagnes terrains/digital)
- **Équipe technique & agents locaux** : 8M DZD/an (équipe de 10)
- **Matériel terrain (capteurs, kiosques)** : 3M DZD
- **Hébergement serveur & maintenance cloud** : 1.5M DZD/an

SOURCES DE REVENU



Publicité et Locations d'Espaces

Abonnements Pro :

- Accès à des données exclusives (prévisions météo ultra-précises, analyses de marché).
- **Formations premium** : pour Coopératives, pêcheurs
 - Exemple : Formation Premium : Gérer son activité de pêche 2.0.
 - Cible : Pêcheurs voulant optimiser leurs ventes en ligne.
 - 2000 DZD/session
- **Publicité / espaces sponsorisés** : Kiosques & site web (Privés)
- **Marketplace (commission)** 3-7% sur transactions d'achat/vente
 - Acteurs halieutiques

Source	Exemple	Client Type
Abonnements	500 DZD/mois (pêcheurs pros)	Pêcheurs/Collectivités/pros et collectivités/mairies
Vente de données	10 000 DZD/rapport (entreprises)	Sonatrach, Universités
Services conseils	Audit littoral (200 000 DZD/projet)	Mairies, DTP, APW
Subventions	Financements UE/ANCC/ Fonds climat/ PNUE	Projets environnementaux

DESIGNED FOR :

DATE : 21/06/2025

DESIGNED BY :

LEBLALTA CHELIA HADJERES SOULEF
LAADJAL AHMED RAID

Section 5 : Business Model Canvas

Propositions de valeur

- Système d'alerte GIZC basé sur capteurs IoT et IA
- Données géospatiales temps réel (LiDAR, satellite)
- Simulations d'aménagement côtier avancées
- Plateforme halieutique complète 5 modules
- Interface scientifique-professionnels intégrée
- Outils d'aide à la décision pour collectivités

Segments clients

- Pêcheurs professionnels et artisanaux (B2C)
- Coopératives de pêche (B2B)
- Entreprises transformation halieutique (B2B)
- Collectivités et urbanistes (B2G)
- Institutions de recherche (B2B)
- Fournisseurs équipements maritimes (B2B)
- ONG environnementales (B2B)

Canaux de distribution

- Application mobile native
- Plateforme web responsive
- Partenariats avec coopératives
- Présence dans les ports

Relations clients

- Support technique 24/7
- Formation utilisateurs
- Communauté en ligne
- Service client multilingue

Sources de revenus

- Abonnements GIZC collectivités/institutions
- Abonnements alertes premium pêcheurs

- Commissions marketplace halieutique (3-5%)
- Services données géospatiales à la carte
- Licences API pour développeurs tiers
- Formation et consulting GIZC
- Publicité ciblée secteur maritime

Ressources clés

- Plateforme technologique
- Base de données géospatiales
- Équipe technique spécialisée
- Réseau de partenaires

Activités clés

- Développement technologique
- Collecte et traitement de données
- Acquisition et rétention clients
- Maintenance plateforme

Partenaires clés

- Fournisseurs de données météo/océano
- Entreprises équipements maritimes
- Institutions de recherche
- Opérateurs télécoms

Structure de coûts

- Développement et maintenance IT
- Acquisition de données
- Marketing et ventes
- Ressources humaines

Conclusion

Le projet Blue Shield incarne une vision ambitieuse mais réaliste de la transformation numérique du secteur maritime algérien. En combinant excellence technologique, impact social et viabilité économique, cette initiative s'inscrit pleinement dans les objectifs de développement durable et de diversification économique du pays.

Ce projet de fin d'étude démontre qu'il est possible de concilier innovation technologique et ancrage territorial, création de valeur économique et préservation environnementale. Blue Shield ne se contente pas de proposer une solution technique ; il porte une vision systémique de la gestion côtière qui place l'humain et l'environnement au cœur de ses préoccupations.

Au-delà de ses résultats immédiats, ce travail contribue à la réflexion sur les modèles d'innovation adaptés aux contextes économiques et sociaux des pays en développement. Il illustre comment les jeunes diplômés peuvent mobiliser leurs compétences scientifiques et techniques pour répondre aux défis sociétaux contemporains, tout en créant de la valeur économique et en contribuant au rayonnement de l'enseignement supérieur algérien.

L'aventure Blue Shield ne fait que commencer, mais les fondations sont solides. Avec détermination, expertise et vision stratégique, cette initiative a le potentiel de devenir une référence dans le domaine de la gestion intégrée des zones côtières, contribuant ainsi à l'émergence d'une économie bleue durable en Méditerranée.

