

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'état en Sciences de la Mer

Option : Aquaculture

Thème :

Contribution à la mise en place d'un protocole de gestion des fermes piscicoles en cages marines

Présenté par :

Derbal Mohamed Zineddine

Mehenni Anis

Soutenu le **23 Décembre 2020**, devant le jury composé de :

Mme Hamdi Chernai.S	Professeur	(ENSSMAL)	Présidente
Mme Merbah.S	Consultante	(YamAqua)	Promotrice
Mr Lourguioui.H	MCB	(ENSSMAL)	Co-Promoteur
Mme Ouadah.N	MCB	(ENSSMAL)	Examinatrice
Mme Brahimi.S	Attaché de recherche	(CNRDPA)	Examinatrice

Année universitaire : 2019-2020

Résumé :

La pisciculture marine en cages est l'activité la plus productive par rapport aux autres types d'élevage aquacole, ceci a amené plusieurs experts à améliorer la gestion et la rentabilité des fermes de ce secteur ainsi qu'à assurer leur pérennité. Ce travail a pour objectif d'une première approche de réalisation d'un protocole de gestion des fermes piscicoles marines en cages en harmonie avec le contexte algérien. La méthodologie suivie pour la collecte et l'analyse des données des différentes fermes s'est basée en premier lieu sur la réalisation d'une enquête par questionnaire. Les résultats obtenus ont permis de classer les sites propices à l'aquaculture en cages selon la courantologie, et distinguer les températures optimales pour un bon rendement, de plus, une ferme d'élevage du loup de mer et de daurade royale a été simulée pour suivre leur croissance.

Mots clés : aquaculture, cages, gestion, simulation, protocole, enquête

Abstract:

The marine fish farming in cages is the most productive activity compared to other types of aquaculture, this has led several experts to improve the management and profitability of farms in this sector and to ensure their sustainability. This work aims at a first approach of realization of a management protocol of marine fish farms in cages in harmony with the Algerian context. The methodology followed for the collection and the analysis of the data of the various farms was based initially on the realization of a survey. The results obtained made it possible to classify the sites suitable for cage aquaculture according to the currents, and to distinguish the optimal temperatures for a good yield. In addition, a sea bass and sea bream farm was simulated to monitor their growth.

Keywords: aquaculture, cages, management, simulation, protocol, survey

ملخص

يعتبر استزراع الأسماك البحرية في الأقفاص هو النشاط الأكثر إنتاجية مقارنة بأنواع الاستزراع المائي الأخرى، وقد أدى ذلك بالعديد من الخبراء إلى تحسين إدارة وربحية المزارع في هذا القطاع وكذلك لضمان استدامتها. الهدف من هذا العمل هو تقديم مقارنة أولى لتحقيق بروتوكول إدارة المزارع السمكية البحرية في أقفاص في انسجام مع السياق الجزائري. كانت المنهجية المتبعة لجمع وتحليل البيانات من المزارع المختلفة تعتمد بشكل أساسي على إجراء مسح. أتاحت النتائج التي تم الحصول عليها تصنيف المواقع المناسبة للاستزراع المائي في أقفاص حسب التيار، وتمييز درجات الحرارة المثلى للحصول على محصول جيد، علاوة على ذلك، تم محاكاة مزرعة لتربية أسماك القاروس والدنيس من أجل متابعة نموهم.

كلمات مفتاحية: الاستزراع المائي، أقفاص، مناجنت، محاكاة، بروتوكول، مسح.

Remerciement

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont permis d'évoluer dans la réflexion et l'élaboration de ce travail.

Plus particulièrement, nous tenons à remercier :

Mme.Sihem Merbah, notre promotrice, pour son soutien, son engagement à nos côtés, sa disponibilité et ses judicieux conseils depuis le début de ce projet.

M. Hichem Lourguioui notre professeur pour sa confiance, de nous avoir aidé et guidé tout au long de notre parcours universitaire et d'avoir toujours pris le temps de partager avec nous ses connaissances et son expérience.

Les membres du jury **Mme. Safia Hamdi, Mme.Ouadah et Mme. Brahmi** d'avoir accepté d'assister à notre soutenance et d'avoir pris le temps d'évaluer ce travail.

Tous les professeurs de l'ENSSMAL qui nous ont fourni les outils nécessaires à la réussite de cette étude ainsi que **Zhor et Yazid**.

Dédicace

Je tiens à exprimer ma gratitude envers mon binôme et mon très cher ami, Zineddine, pour avoir toujours été à mes côtés au cours de ces cinq ans d'études et pour sa patience et son dévouement pendant ce travail. Je suis également très reconnaissant envers mes parents et mes grand parents mes frères pour leur soutien moral et leurs encouragements. J'adresse aussi un remerciement spécial à tous mes amis pour leur inestimable compagnie durant ces années, en particulier Hichem, Khaled, Haithem, Malek, Amine, Ryma, Meriem et Sabrina.

Anis

Je tiens à exprimer ma gratitude envers mon binôme et mon très cher ami Anis (Ponponus)

Je dédie ce travail à mes parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler, que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A ceux que j'aime beaucoup et qui m'ont soutenu tout le temps : ma grande sœur Dhykra (kika), mes deux petits frères (Chahrou et Raouf foufa), mes chers amis, Djalil, Rahma, Amina, Ouail wiwich, Mahyou mahamihou, Lemcha, Raouf, Moussa, Sabrina, Meriem, Nadjwa, Houda, Nawel Hadmi, Iness, et toute la promotion aquaculture (2015-2020).

Zinou (Mohamed Zineddine)

Tables des matières

Tables des matières	I
Liste des acronymes	II
Liste des figures	III
Liste des tableaux	V
Introduction	1
I. GENERALITES	4
I.1. Production halieutique et aquacole	4
I.2. Présentation des espèces.....	8
I.2.1.2. Systématique :(Béarez et al, 2017).....	8
I.2.2.2. Systématique :(Linnaeus, 1758).....	11
I.3. Gestion de l'environnement d'élevage en cages marines	16
I.4. Gestion technique et conception des cages	18
I.5. Système juridique aquacole en Algérie (Officiel, 2018).....	20
I.6. Alimentation aquacole.....	20
I.7. Gestion sanitaire (maladies)	21
I.8. Interactions entre la pisciculture en cages marines et l'environnement.....	22
II. MATERIELS ET METHODES	24
II.1. Matériels	24
II.2. Méthodes.....	26
III. RESULTATS	33
III.1. Enquête	33
III.2. Analyse des données.....	34
III.3. simulation de la ferme modèle.....	44
Conclusion.....	60
Bibliographie :.....	62

Liste des acronymes

ACP	Analyse en composantes principales
ANOVA	Analysis of variance
D.labrax	<i>Dicentrarchus labrax</i>
EIE	Etude d'impact sur l'environnement
FAO	Food and Agriculture Organisation
IC	Indice de conversion
S.aurata	<i>Sparus aurata</i>
TC	Taux de croissance
TR	Taux de rationnement
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
PEHD	Polyéthylène haute densité

Liste des figures

Figure. 1. La production halieutique et aquacole mondiale en 2018	4
Figure. 2. La production aquacole mondiale (marine et continentale) en 2018.....	5
Figure. 3. La production mondiale du loup de mer, daurade royale et maigre commun en 2018 ..	6
Figure. 4. Production algérienne du loup de mer et de la daurade royale en 2018	7
Figure. 5. Loup de mer(lagunaproject, 2017a).....	8
Figure. 6. Répartition géographique du loup de mer(FAO, 2020a)	9
Figure. 7. Cycle de production du loup de mer	10
Figure.8. Daurade royale (lagunaproject, 2017b)	11
Figure. 9. Répartition géographique de la daurade royale (FAO 2020b).....	12
Figure. 10. Cycle de production de la daurade royale.....	13
Figure. 11. Maigre commun (<i>Argyrosomus regius</i>)(<i>Corvina fresca</i> , 2020).....	15
Figure 12. Répartition géographique du maigre commun(Froese Pauly, 2019)	15
Figure. 13. Cycle de production du maigre commun	16
Figure. 14. systeme d'amarage (Akuakar, 2019).....	19
Figure. 15. Page d'accueil EXCEL 2013	31
Figure. 16. Page d'accueil XLSTAT 2014	31
Figure.17. Page de garde du questionnaire	33
Figure. 18. Répartition des employés en pourcentage	34
Figure. 19. Températures moyennes mensuelles des sites d'élevage	35
Figure. 20. Températures moyennes de la zone Est et Ouest.....	37
Figure. 21. Courantologie moyenne maximale dans les deux secteurs Est et Ouest	38
Figure. 22. Indices de conversion <i>S.aurata</i> des différentes fermes	40
Figure. 23. Indice de conversion de <i>D.labrax</i> des différentes fermes	40
Figure. 24. Changement du filet <i>S.aurata</i> et <i>D.labrax</i>	43
Figure. 25. Régression linéaire de I.C. par Poids moyen (g) de <i>S. aurata</i> ($R^2=1,000$).....	45
Figure. 26. Régression linéaire de I.C. par Poids moyen (g) de <i>D.labrax</i> ($R^2=0,997$).....	45
Figure. 27. Croissance de <i>S.aurata</i>	48
Figure. 28. Croissance théorique de <i>S. aurata</i> (FAO, 2005)	48
Figure. 29. Croissance de <i>S. aurata</i> dans la ferme S	49
Figure. 30. Croissance de <i>D.labrax</i>	51
Figure. 31. Croissance théorique de <i>D. labrax</i> (FAO, 1998)	51
Figure. 32. Croissance de <i>D. labrax</i> dans la ferme S	52
Figure. 33. Croissance théorique de <i>D. labrax</i> (FAO, 2005)	52
Figure. 34. Croissance de <i>D. labrax</i> dans la ferme S	53

Figure. 35. Evolution de la croissance du loup de mer et de la daurade royale	54
Figure. 36. Résultats du test ANOVA (croissance du loup de mer et la daurade royale)	55
Figure. 37. Cercle des corrélations de l'analyse ACP	57
Figure. 38. Graphique de distribution des observations (fermes) (ferme S : ferme simulée)	58

Liste des tableaux

Tableau. 1. La production halieutique et aquacole mondiale en 2018 (Fao 2020)	4
Tableau. 2. La production aquacole mondiale en 2018 (Fao 2020).....	5
Tableau. 3. La production mondiale du loup de mer, daurade royale et maigre commun en 2018 (FAO, 2020)	6
Tableau. 4. La production piscicole marine algérienne en 2018 (FAO, 2020).....	6
Tableau. 5. Les paramètres et facteurs à prendre en compte dans le processus de sélection du site (FAO et al, 2015)	17
Tableau. 6. Les paramètres les plus intéressants regroupés par catégorie pour le choix du site en aquaculture (UICN, 2009).....	17
Tableau. 7. Principaux aspects pour le choix du site en Algérie (FAO, 2018).....	18
Tableau. 8. Tableau de nourrissage de (daurade royale) (fournisseur d'aliment)	29
Tableau. 9. Ferme modèle simulée selon les conditions algériennes par.....	29
Tableau. 10. Autres équations utilisée	31
Tableau. 11. Répartition des employés des fermes	34
Tableau. 12. Normes de fonctionnaires dans les fermes piscicoles marines en cages	35
Tableau. 13. Températures moyennes mensuelles des sites d'élevage.....	36
Tableau.14. Résultat du test ANOVA (comparaison des températures des sites d'élevage).	36
Tableau. 15. Températures moyennes des secteurs Est et Ouest de la cote algérienne	37
Tableau. 16. Résultats du test ANOVA entre la courantologie de la zone Est et Ouest	38
Tableau 17 Classification de sites selon la vitesse du courant.....	39
Tableau. 18. Indices de conversion de S.aurata des différentes fermes	39
Tableau. 19. Indice de conversion de D.Labrax dans les deux secteurs	40
Tableau. 20. Indices de conversion calculés	41
Tableau. 21. Production de S.aurata dans les différentes fermes	42
Tableau. 22. Production de D.Labrax dans les fermes.....	42
Tableau. 23. Changement de filet pour S.aurata et D.labrax	43
Tableau. 24. Changement de filet selon la taille et le poids du poisson.....	44
Tableau. 25. Régression linéaire simple.....	44
Tableau. 26. Matrice de corrélation de S.aurata.....	46
Tableau. 27. Tableau de corrélation de D. labrax	46
Tableau. 28. Simulation de la croissance de la daurade.....	47
Tableau. 29. Bilan finale du cycle d'élevage de la daurade.....	47
Tableau. 30. Simulation de la croissance du loup de mer	50
Tableau. 31. Bilan finale du cycle d'élevage du loup de mer.....	50

Tableau. 32. Evolution de la croissance daurade et loup de mer	54
Tableau 33 Résultats du test ANOVA (croissance du loup de mer et la daurade)	55
Tableau. 34. Résultat du test T de Student (évolution du poids de la daurade dans les deux fermes).....	56

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Introduction

La production mondiale de la pêche a atteint en 2018 un niveau record de 96,4 millions de tonnes soit une augmentation de 5,4 pour cent par rapport à la moyenne des trois années précédentes. Cette progression est principalement due à la pêche de capture marine, dont la production est passée à 84,4 millions de tonnes. Alors que la production aquacole a dépassé les 114,5 millions de tonnes. Parallèlement, la consommation mondiale de poisson destiné à l'alimentation humaine a atteint 156 millions de tonnes du totale de la production mondiale. Plusieurs projections de l'offre et de la demande de poissons ont été réalisées jusqu'en 2030. Dans l'ensemble, elles confirment que la consommation par habitant de poisson destiné à l'alimentation humaine devrait augmenter. Dans de nombreux pays, l'aquaculture est en plein développement et continue de croître plus rapidement que tous les autres secteurs de production alimentaire d'origine animale, elle devrait couvrir la majeure partie de cette demande (Fao, 2020).

Les objectifs de l'aquaculture sont variés et dépendent du contexte économique dans lequel ils se trouvent (Barnabé, 1990). Ainsi, elle présente de nombreuses facettes qui montrent la diversité des nouvelles techniques comme la pisciculture en cages qui implique l'élevage des poissons dans une enceinte, à travers laquelle est maintenue une libre circulation d'eau (Bazir, 1994). Elle a été pratiquée au niveau artisanal depuis des centaines d'années, d'abord en eau douce puis en eau de mer (Malcolm C. M. Beveridge, 1996).

En Algérie, l'aquaculture est considérée comme une activité relativement récente même si les premiers essais documentés remontent à près d'un siècle (Chalabi, 2010) certaines ont connu des succès et d'autres ont été abandonnées (Lakhdar Mohamed, 2007). Des stratégies de développement de cette activité ont été mises en place à partir de l'an 2000. Une attention particulière à la pisciculture marine a permis de voir naître un ensemble de projet tout au long de la côte algérienne.

INTRODUCTION

Une conduite optimale d'une ferme d'élevage passe par une planification soignée de la gestion des ressources humaines, de l'environnement d'élevage, alimentaire, sanitaire, technique et financière qui permettra de réaliser le meilleur rapport entre la quantité de poissons produits et le coût de gestion (Piccolotti, 2014).

Le présent travail a été réfléchi dans un but de contribuer à l'amélioration du rendement de l'activité piscicole en cages flottantes marines. L'objectif est d'aboutir à un protocole de gestion et de suivi des fermes piscicoles marines qui soit adapté aux conditions algériennes.

L'approche adoptée consiste à mettre en place une enquête à travers un questionnaire qui englobe plusieurs aspects notamment environnemental, alimentaire, sanitaire, techniques, stock de poissons et ressources humaines. Les informations recueillies serviraient à déceler les problèmes et les points critiques de l'élevage piscicole en cage flottantes en Algérie.

Le présent document est structuré en quatre chapitres, un premier est consacré aux généralités relatives à la présentation de quelques espèces d'intérêt aquacole, loup de mer, daurade royale et maigre. Les techniques de production en cages ainsi que les différentes modalités de gestion de fermes piscicoles marines telles qu'environnement, alimentation, maladies et structures d'élevages ont été abordé. Le second chapitre renferme les matériels et méthodes qui ont été utilisé pour la réalisation de cette approche. Un troisième chapitre résultat englobera l'ensemble des données et résultats obtenus. La discussion du travail a été rassemblée dans un quatrième et dernier chapitre.

CHAPITRE I

GENERALITES

I. GENERALITES

La pêche et l'aquaculture offrent un moyen d'existence à près d'un demi-milliard de personnes dans le monde. La production aquacole a connu un essor considérable tout autour du monde, elle a marqué sa présence par sa grande capacité de production.

I.1. Production halieutique et aquacole

I.1.1. Production halieutique et aquacole mondiale

D'après les statistiques de la(Fao, 2020), en 2018 la production mondiale de la pêche a atteint 97 millions de tonnes d'où Les sept premiers pays producteurs de la pêche mondiale de capture Chine, l'Indonésie, Pérou, Inde, Fédération de Russie, États-Unis d'Amérique et Viet Nam représentaient près de 50 pour cent des captures totales.

De plus, l'aquaculture a dépassé les captures de la pêche avec un pourcentage considérable (54%) ce qui montre l'intérêt de l'activité aquacole qui pourra prochainement couvrir le déficit en produits de la pêche (Tableau 1 et figure 1).

Tableau. 1. La production halieutique et aquacole mondiale en 2018 (Fao 2020)

Type de production	Production totale	production halieutique	production aquacole
Production (Tonnes)	211906372,3	97398330,48	114508041,8
Pourcentage %	100%	46%	54%

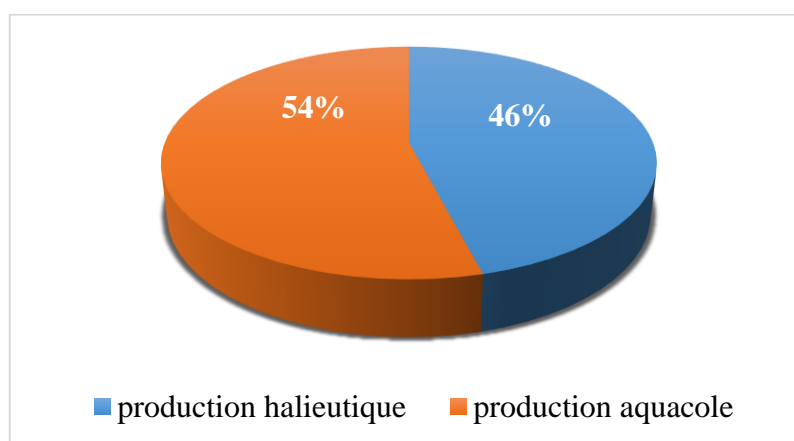


Figure. 1. La production halieutique et aquacole mondiale en 2018

I.1.2. Production aquacole mondiale

La production aquacole se présente en deux types essentiels : marine et continentale. Cependant, l’aquaculture marine a trouvé son chemin de développement pour qu’elle atteigne 48% de la production aquacole totale en 2018 alors que l’aquaculture continentale dépasse les 50%. (D’après la(Fao, 2020) (Tableau et figure 2).

Tableau. 2. La production aquacole mondiale en 2018 (Fao 2020)

Type de production	production aquacole mondiale	Production aquacole marine	production aquacole continentale
Production en Tonnes	114508041	55553066	58954975
Pourcentage %	100,00%	48,51%	51,49%

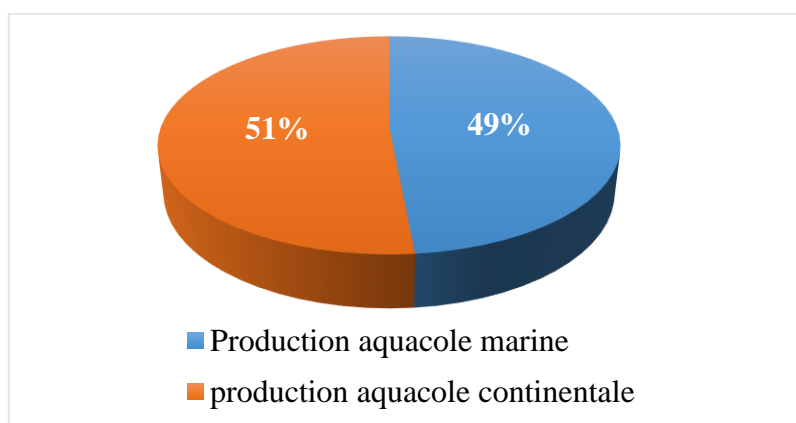


Figure. 2. La production aquacole mondiale (marine et continentale) en 2018

I.1.3. Production aquacole marine algérienne

L’aquaculture marine algérienne est basée principalement sur la pisciculture marine en bassins ou en cages (pour la production du loup de mer et de la daurade royale) et la conchyliculture (pour la production de la moule méditerranéenne et les huitres).

Contrairement à l’élevage en cage, le secteur conchylicole en Algérie ne peut pas être considéré comme standardisé et économiquement viable. Cependant, dans tout le bassin méditerranéen, les techniques d’élevage piscicole marin du loup de mer (*Dicentrarchus labrax*) et de la daurade royale (*Sparus aurata*) sont standardisées et reproductibles à grande échelle. En Algérie, ce secteur qui est favorisé par des conditions climatiques adéquates et par la bonne qualité des eaux côtières, représente désormais une réalité incontournable(FAO, 2018).

D’après les statistiques de la (Fao, 2020)présentées dans le tableau et la figure 3, la production mondiale du loup de mer a dépassé celle de la daurade royale avec un faible pourcentage (47% contre 46%) alors que le maigre a enregistré que 7% du total en 2018.

En Algérie, la production de la daurade royale a enregistré une dominance remarquable (93% du total) par rapport à celle du loup de mer, toutefois l’exploitation du maigre a été rompue car sa production n’a pas atteint son plein potentiel (tableau 4 et figure 4) (Données FAO, 2020).

Tableau. 3. La production mondiale du loup de mer, daurade royale et maigre commun en 2018 (FAO, 2020)

poissons	Loup de mer	daurade royale	maigre commun	Total
production mondiale (T)	235537	228576	33808	497922
pourcentage %	47%	46%	7%	100%

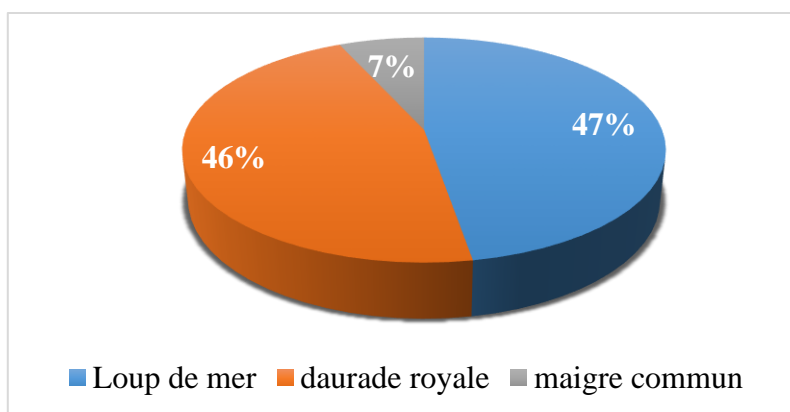


Figure. 3. La production mondiale du loup de mer, daurade royale et maigre commun en 2018

Tableau. 4. La production piscicole marine algérienne en 2018 (FAO, 2020)

Poisson	Loup de mer	Daurade royale	Total
Production en tonnes	126	1756	1882
% de production	7%	93%	100%

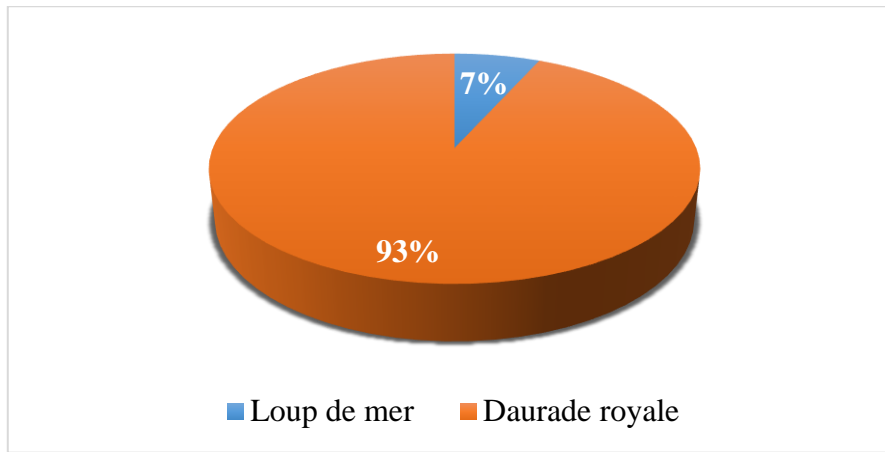


Figure. 4. Production algérienne du loup de mer et de la daurade royale en 2018

I.2. Présentation des espèces**I.2.1. Présentation du loup de mer****I.2.1.1. Morphologie**

Corps assez allongé. Opercule avec 2 épines plates. Bouche terminale, modérément protractile. Deux nageoires dorsales séparées. Nageoire caudale modérément fourchue. Couleur grise argentée à bleuâtre sur le dos, argentée sur les côtés, ventre parfois teinté de jaune. Les jeunes peuvent avoir quelques taches sur le haut du corps mais pas les adultes. Il y a une tache noire diffuse sur le bord de l'opercule (Bagni, 2005).

I.2.1.2. Systématique : (Béarez et al, 2017)

Phylum : Chordata

Sous-Phylum : Craniata

Infra-Phylum : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostomata

Classe : Actinopterygii

Sous-Classe : Neopterygii

Infra-Classe : Teleostei

Ordre : Perciformes

Sous-Ordre : Percoidei

Famille : Moronidae

Genre : *Dicentrarchus* Gill, 1860

Espèce : *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

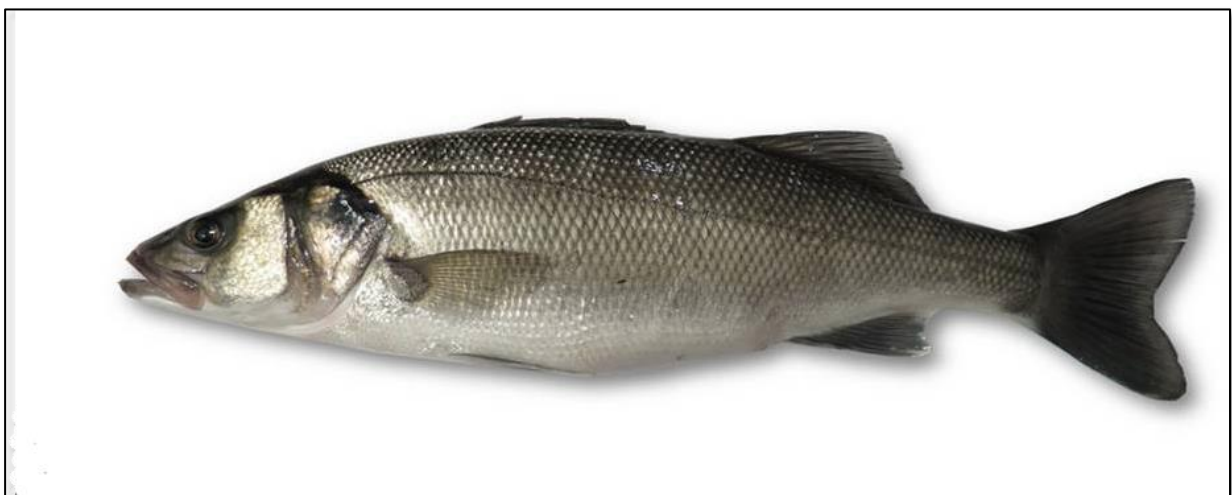


Figure. 5. Loup de mer(lagunaproject, 2017a)

I.2.1.3. Habitat et biologie

Le loup de mer est une espèce eurytherme (5-28 °C) et euryhaline (de 3‰ jusqu'à la salinité entière de l'eau de mer), ainsi ces poissons sont capables de fréquenter les eaux côtières intérieures, et se produisent dans les estuaires et les lagunes saumâtres. Parfois, ils s'aventurent en amont des eaux douces. Le loup de mer fraie dans les eaux dont la salinité est inférieure à 35‰, près des embouchures des rivières et des estuaires ou dans les zones littorales où la salinité est supérieure à 30‰. Les œufs sont pélagiques et de petite taille (1,02-1,39 mm). En étant particulièrement insensible aux basses températures certains poissons peuvent rester tout l'hiver dans les lagunes côtières au lieu de retourner en pleine mer. Le loup de mer est un prédateur et son régime alimentaire va des petits poissons, crevettes, et crabes, à la barbe d'Amérique (Bagni, 2005).

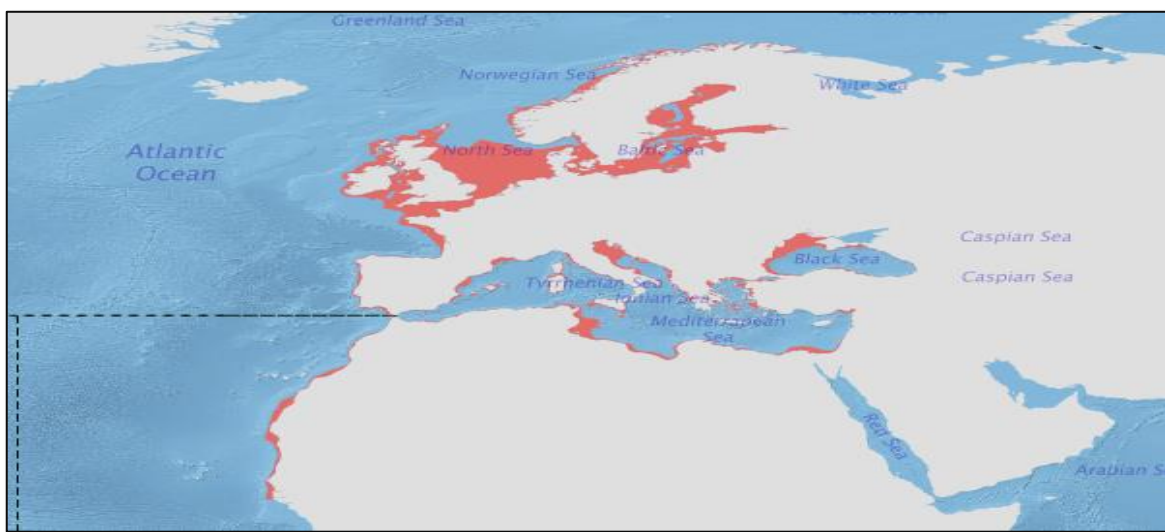


Figure. 6. Répartition géographique du loup de mer(FAO, 2020a)

I.2.1.4. Zootechnie

Dans la production intensive, les unités de grossissement sont approvisionnées en petits alevins provenant des écloséries et un régime alimentaire contrôlé est alors appliqué. Les juvéniles sont délivrés aux aquaculteurs comme un stock en grossissement de taille de 1,5-2,5 g.

Ces juvéniles atteignent 400-450 g dans 18-24 mois. L'aliment est distribué par un distributeur automatique ou manuellement aux poissons.(Bagni, 2005).

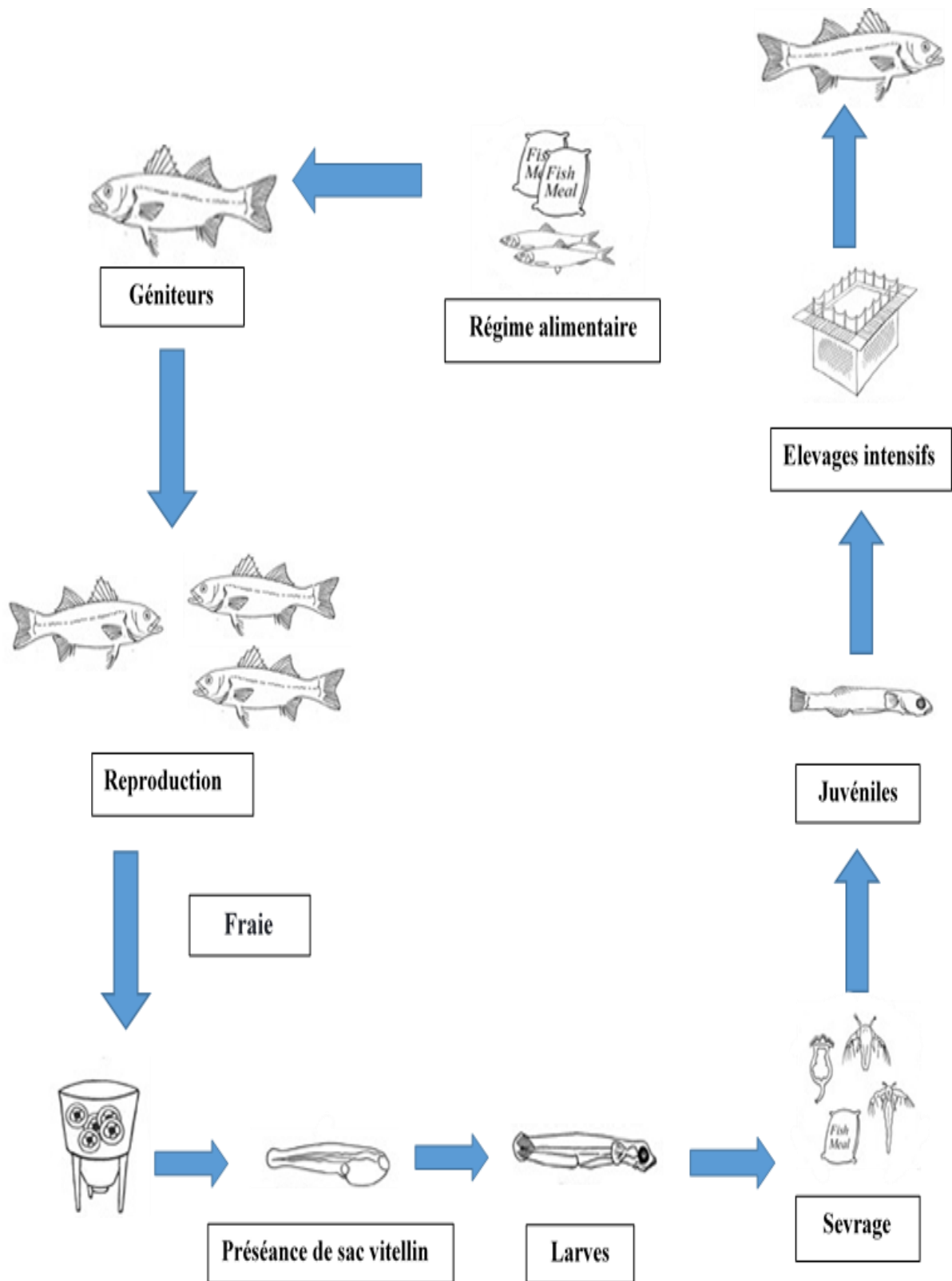


Figure. 7. Cycle de production du loup de mer

I.2.2. Présentation de la daurade royale**I.2.2.1. Morphologie**

Le corps ovale, assez élevé et comprimé latéralement. Profil de la tête régulièrement convexe. Œil petit. Bouche basse, très peu inclinée. Branchiospines courtes, 11 à 13 avec 7 ou 8 inférieures et 5 (rarement 4) à 6 supérieures. Une seule nageoire dorsale à 11 épines .Nageoire anale à 3 épines, Coloration: gris argenté; grosse tache noire à l'origine de la ligne latérale, bande dorée entre les yeux bordée de deux zones sombres(Colloca, F.Cerasi, 2005).

I.2.2.2. Systématique :(Linnaeus, 1758)

Phylum : Chordata

Sous-Phylum : Craniata

Infra-Phylum : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostomata

Classe : Actinopterygii

Sous-Classe : Neopterygii

Infra-Classe : Teleostei

Ordre : Perciformes

Sous-Ordre : Percoidei

Famille : Sparidae

Genre : *Sparus* Rafinesque, 1818

Espèce : *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)



Figure.8. Daurade royale (lagunaproject, 2017b)

I.2.2.3. Habitat et biologie

S.aurata est une espèce commune de la Méditerranée, présente le long des côtes de l'Est de l'Atlantique en allant de la Grande Bretagne jusqu'au Sénégal, et rare dans la Mer Noire. Comme elle est euryhaline et eurytherme, cette espèce est rencontrée dans des environnements aussi bien marins que saumâtre telle que les lagunes côtières et les zones estuaires, en particulier durant les stades initiaux de son cycle de vie. Nés en mer ouverte durant octobre-décembre, les juvéniles migrent au début du printemps vers des eaux côtières abritées, où ils peuvent trouver des ressources trophiques abondantes et des températures plus douces. Très sensibles aux faibles températures (la limite létale inférieure est 4°C), En mer ouverte la daurade royale est normalement trouvée sur les rochers et les herbiers marins (*Posidonia oceanica*) mais elle est aussi fréquemment capturée sur des fonds sableux. Cette espèce est hermaphrodite (Colloca, F. Cerasi, 2005).

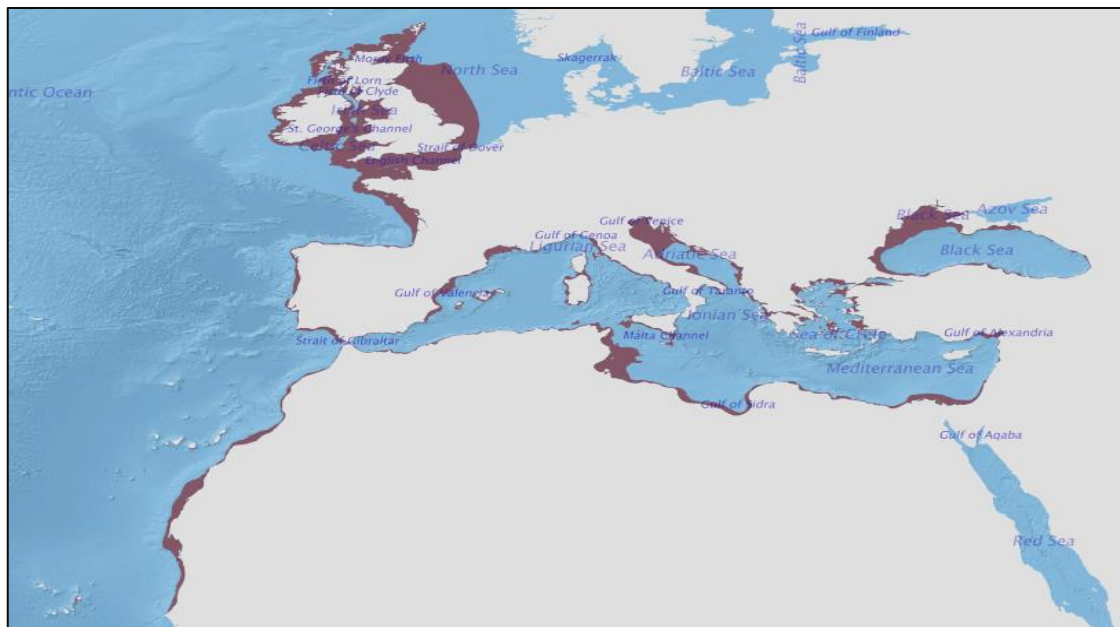


Figure. 9. Répartition géographique de la daurade royale (FAO 2020b)

I.2.2.4. Zootechnie

Le grossissement se fait dans des cages en mer, dans des sites abrités ou semi-exposés (cages flottantes) ou totalement exposés (cages semi-submersibles ou submersibles).

L'approvisionnement en alevins se fait à partir d'autres écloséries. Le grossissement dans des cages en mer est simple et économique ; c'est le système d'engraissement normalement utilisé dans le bassin de la Méditerranée (Colloca, F. Cerasi, 2005).

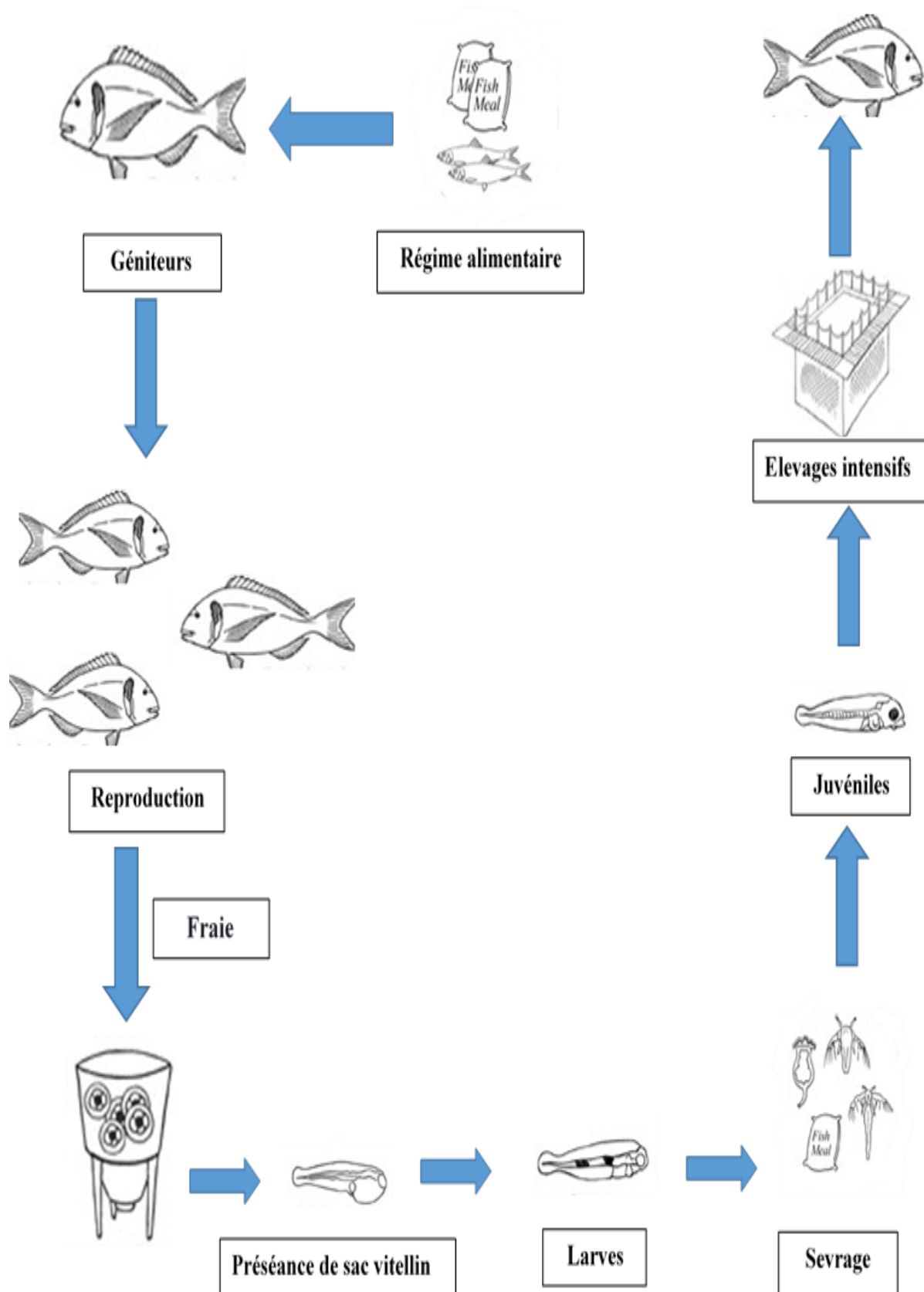


Figure. 10. Cycle de production de la daurade royale

Par rapport aux autres poissons d'élevage piscicole marin (à savoir la daurade et le loup de mer), la maigre présente un avantage biologique majeur : un taux de croissance plus rapide qui lui permet d'atteindre 1Kg en dix mois, et un poids commercial allant de 1,5 à 3 kg en deux ans (Martínez-Llorens, Espert 2011) (Jiménez et al. 2005). Un faible taux de conversion alimentaire de 0,9 à 1,2 a été signalé pour cette espèce (Monfort, 2010). (Kružić et al, 2016).

I.2.3. Présentation du maigre

I.2.3.1. Morphologie

Tête relativement grande avec un corps allongé. Bouche dans la position terminale sans barbillons. Yeux assez petits. Ligne latérale évidente, se plongeant jusqu'à la nageoire caudale. La seconde nageoire dorsale beaucoup plus longue que la première. La nageoire anale a un premier rayon court d'épines et un second très mince. Plusieurs appendices arborescents sont présents dans la vessie natatoire, qui peut vibrer en produisant un bruit typique (grognement). Coloration : gris argenté, avec des reflets bronze sur le dos. Atteint jusqu'à 2 m en longueur et 50 kg en poids (Stipa Angelini, 2005).

I.2.3.2. Systématique : (Nelson-Smith et al, 2014)

Phylum : Chordata

Sous-Phylum : Craniata

Infra-Phylum : Vertebrata

Super-Classe : Gnathostomata

Classe : Actinopterygii

Sous-Classe : Neopterygii

Infra-Classe : Teleostei

Ordre : Perciformes

Sous-Ordre : Percoidei

Famille : Sciaenidae

Genre : *Argyrosomus* De la pylaie, 1835

Espèce : *Argyrosomus regius* (Linnaeus, 1758)

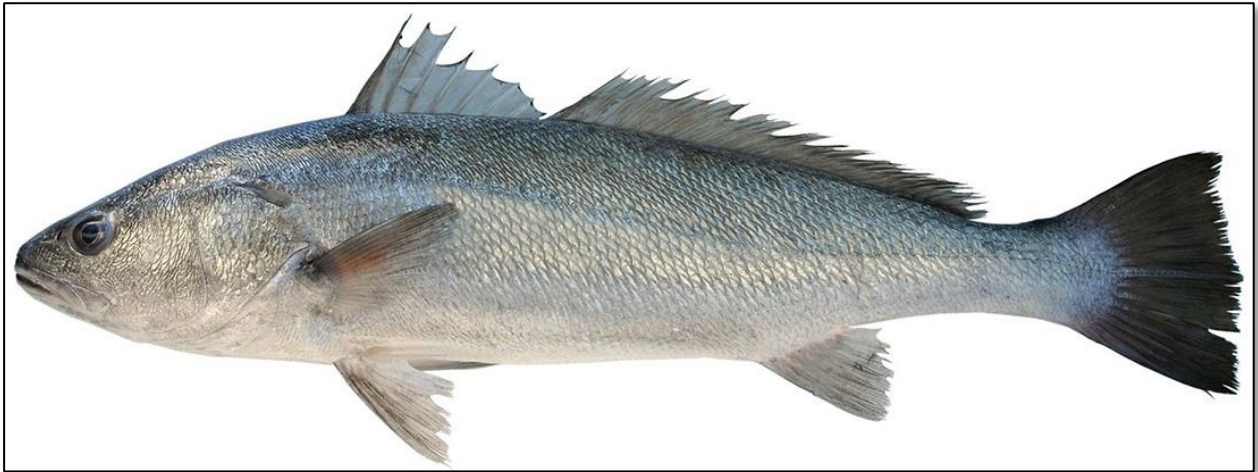


Figure. 11. Maigre commun (*Argyrosomus regius*)(Corvina fresca, 2020)

I.2.3.3. Habitat et biologie

Le maigre est répandu dans toute la mer Méditerranéenne, bien qu'il ne soit pas très commun aux alentours de l'Italie et de la Grèce ; les plus grands poissons sont rencontrés le long de la côte de l'Afrique de l'Est. Dans le Sénégal, la Baie de Dakar semble être la limite sud de cette espèce ou de grands bancs de maigre sont trouvés aux environs des bateaux naufragés qui constituent un habitat pour plusieurs espèces commerciales.

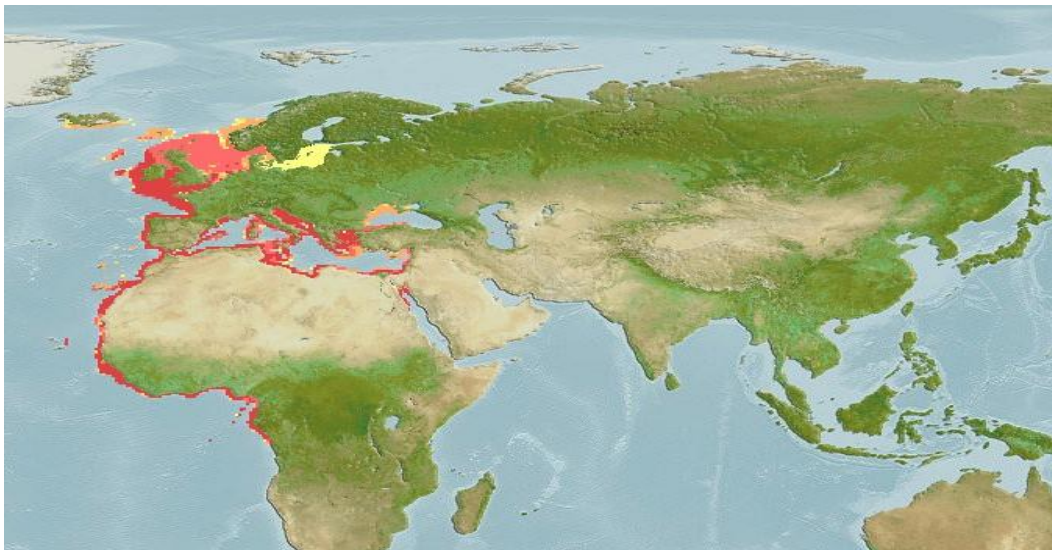


Figure 12. Répartition géographique du maigre commun(Froese Pauly, 2019)

I.2.3.4. Zootechnie

Le maigre d'élevage provient des productions intensives, pratiquées aussi bien dans des bacs à terre que dans des cages

Les techniques de grossissement sont similaires à celles utilisées pour *S.aurata* et *D.labrax*. Actuellement, le maigre est principalement élevé en mer, dans des cages, en surface, circulaires.

Récemment, les cages de 2 000 m³ submergées sont aussi utilisées avec succès. Elles sont submergées à 10-20 m, avec une densité faible (10-15 individus/m³). De bons résultats ont été obtenus en termes de taux de croissance (Stipa, Angelini, 2005).

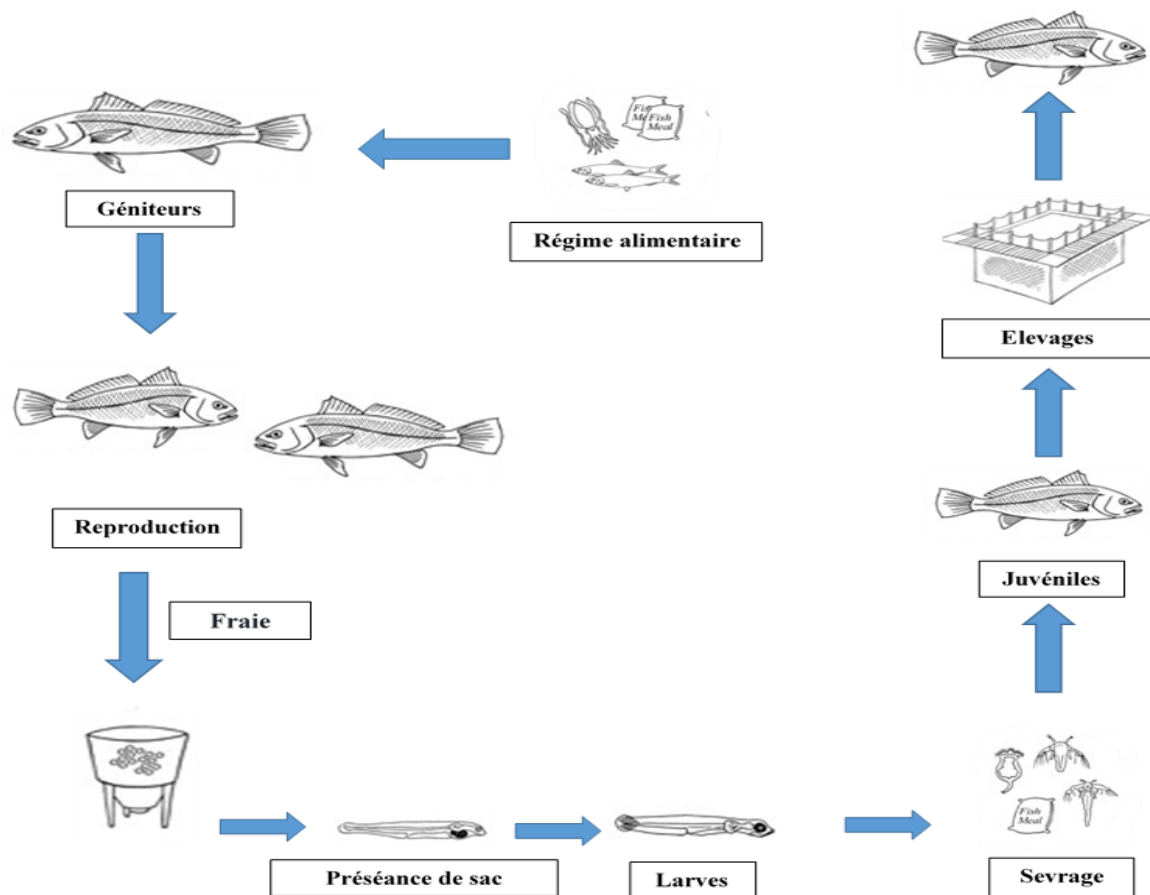


Figure. 13. Cycle de production du maigre commun

I.3. Gestion de l'environnement d'élevage en cages marines

La sélection des sites d'aquaculture représente une procédure technique et administrative qui vise à établir des zones d'intérêt pour le développement de cette activité sur la base d'analyses sectorielles et spatiales (UICN, 2009).

Une zone d'intérêt pour l'aquaculture est une zone où il est approprié de mettre en place une activité compatible avec l'écosystème, acceptable socialement et réalisable économiquement.

Les cas de sélection des sites d'aquaculture dans le bassin méditerranéen varient grandement en fonction du contexte de chaque région (UICN, 2009).

Une première caractéristique générale du site est son exposition. Il s'agit de la quantité de vent et de vagues à laquelle le site est soumis. Un site offshore et exposé signifie des investissements initiaux plus élevés pour les cages, les amarrages et les filets, des coûts d'entretien plus élevés et des risques plus importants, ce qui entraîne des coûts de production plus élevés. D'autre part, un

site exposé aura un meilleur hydrodynamisme, avec pour résultat un impact environnemental plus faible, un meilleur bien-être des poissons et une meilleure qualité des produits.

Un site abrité et protégé sera moins exposé aux vagues et aux courants, ce qui implique une réduction des coûts d'entretien et des coûts de production, mais des risques plus élevés d'impacts environnementaux (FAO et al, 2015).

Tableau. 5. Les paramètres et facteurs à prendre en compte dans le processus de sélection du site (FAO et al, 2015)

Paramètres pour poissons	Paramètres pour les cages	Critères juridiques/logistiques
Température, Salinité, Pollution,	Profondeur	Aspects juridiques/politiques
Solides en suspension	Abris (vagues)	Accès
Bloom algal	Les fonds marins	Sécurité
Organismes pathogènes	Courant	Proximité du marché
Echange d'eau, Oxygène dissous	Fouling (encrassement)	Droits fonciers traditionnels
Courant	Pollution	Processus de permis de location
Fouling (encrassement)	-	-

Tableau. 6. Les paramètres les plus intéressants regroupés par catégorie pour le choix du site en aquaculture (UICN, 2009)

Climat	Fonds marins	Qualité de l'eau	Données océanographiques
-Température -Vitesse moyenne du vent -Direction des vents (valeurs moyennes) -Précipitations -Evaporation	-Granulométrie -Concentrations de matières organiques -Facteurs biologiques -Potentiel d'oxydo-réduction	Profil de l'oxygène Salinité Chlorophylle Bactériologie Température moyenne Matières en suspension Nutriments	-Hauteur significative de vague et fréquence Courants (vitesse et direction) -Dynamique côtière -Modèle hydrodynamique

Tableau. 7. Principaux aspects pour le choix du site en Algérie (FAO, 2018)

Paramètres/Aspects à prendre en considération	Indications
Vitesse du vent	< 92.6/111.12 Km/h
Hauteur des vagues	< 6 mètres
Vitesse des courants dominants	15 cm/sec < vitesse < 60 cm/sec
Bathymétrie	30 m < profondeur < 40 m
Typologie du fond marin	Sableux, sableux/vaseux
Fréquence des épisodes de mauvais temps	Les sorties en mer ne devraient pas être empêchées plus de 60/80 jours/an

Les valeurs indiquées dans le **tableau.7**. Se réfèrent à l'utilisation de cages flottantes de 25 mètres de diamètre. Pour des conditions plus sévères, d'autres technologies peuvent être envisagées (cages submersibles).

D'autres connaissances juridiques et socio-économiques doivent être prises en considération lors du choix du site d'élevage(UICN, 2009):

- **Système juridique** : les acteurs devraient posséder une compréhension claire et approfondie de la législation régissant le littoral afin d'éviter les conflits d'intérêts
- **Connaissances socio-économiques** : Prendre en considération les connaissances locales fiables. L'opinion des personnes connaissant le site devra être pris en compte lors de l'évaluation de la planification aquacole dans le cadre de son contexte socio-économique, politique, culturel et juridique.

I.4. Gestion technique et conception des cages

Les principaux éléments à prendre en considération sont :

- Distance entre les structures en mer et les structures à terre,
- Choix du site,
- Choix du modèle de cages,
- Superficie de la concession en mer,
- Aire de débarquement,
- Aire d'entretien du matériel,
- Aire de stockage des aliments,
- Centre d'expédition et bureaux,

- Rapports entre capacité de production, superficie en mer et superficies à terre,
- Bateaux de service (FAO, 2018).

I.4.1. Système d'amarrage (Akuakar, 2019)

Le système d'amarrage utilisé avec les cages circulaires en PEHD est un système de grille de forme carrée maintenu au fond de la mer avec un ensemble d'amarres. Il s'agit d'un système dynamique ; tous les composants maintiennent les structures amarrées au fond de la mer et sont conçus pour amortir les forces générées par le mouvement des vagues. Le système d'amarrage est divisé en deux groupes principaux de composants, les lignes d'amarrage et le système de grille

- Les lignes d'amarrage comprennent les ancres, les chaînes au sol, les cordes et les manilles correspondantes, et les bouées.
- Le système de grille comprend les cordes de cadre, les bouées d'amarrage, les anneaux ou plaques de connexion, les brides et les manilles correspondantes.
- Dans un système de grille, les cages ne sont pas amarrées séparément l'une de l'autre, mais sont plutôt regroupées en modules.(FAO et al, 2015) .

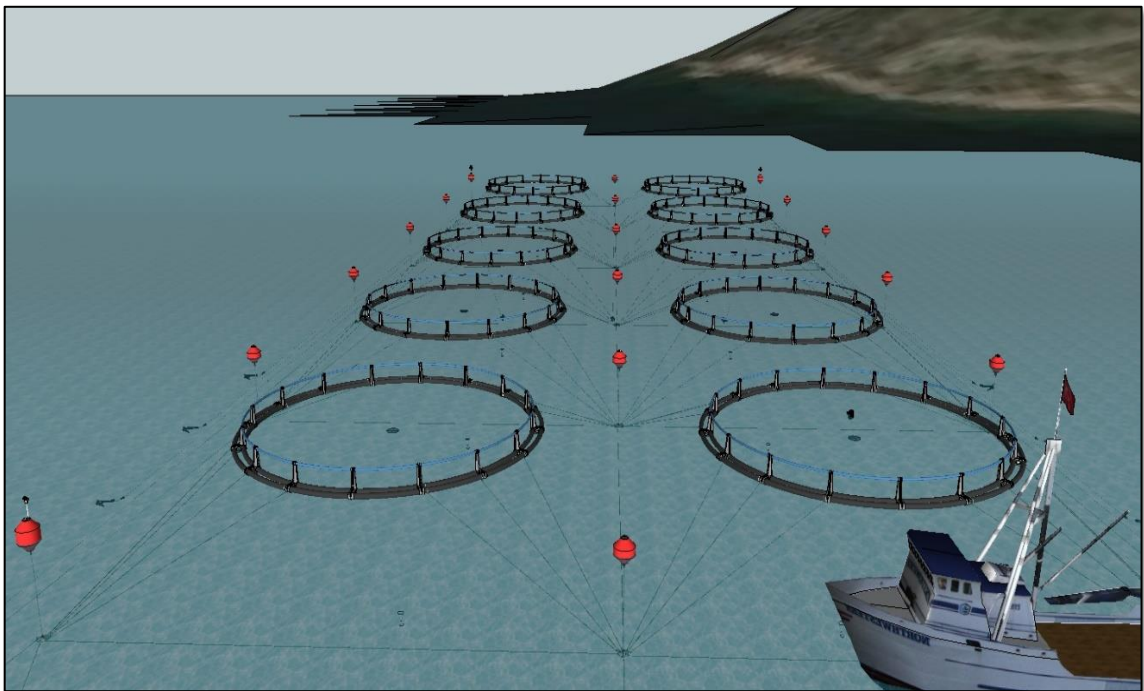


Figure. 14. systeme d'amarage (Akuakar, 2019)

I.5. Système juridique aquacole en Algérie (Officiel, 2018)

Le principal texte législatif réglementant le secteur aquacole en Algérie est la loi n° **15-08 du 12** Joumada Ethania 1436 correspondant au 2 avril 2015 modifiant et complétant la loi n° **01-11 du 11 Rabie Ethani 1422** correspondant au 3 juillet 2001 relative à la pêche et l'aquaculture. L'accès à la ressource obéit aux multiples paramètres édictés, par la loi sur la pêche et l'aquaculture et définit par les textes suivants :

- **Décret exécutif n° 02-304** fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions de la chambre nationale de pêche et d'aquaculture.
- **Décret exécutif n° 04-188** fixant les modalités de capture, de transport, de commercialisation et d'introduction dans les milieux aquatiques des géniteurs, larves, alevins et des naissains ainsi que les modalités de capture, de transport, d'entreposage, d'importation et de commercialisation des produits de la pêche et de l'aquaculture n'ayant pas atteint la taille minimale réglementaire destinés à l'élevage, à la culture ou à la recherche scientifique.
- **Décret exécutif n° 04-373** définissant les conditions et modalités d'octroi de la concession pour la création d'un établissement d'aquaculture.
- **Décret exécutif n° 3-439** fixant les conditions d'élaboration et d'approbation du schéma national de développement des activités de la pêche et de l'aquaculture.
- **Décret exécutif n° 04-18** fixant l'organisation, le fonctionnement et les missions du conseil national consultatif de la pêche et de l'aquaculture.
- **Décret exécutif n° 07-208** fixant les conditions d'exercice de l'activité d'élevage et de culture aquacole, les différents types d'établissements, les conditions de leur création et les règles de leur exploitation.

I.6. Alimentation aquacole

L'aliment constitue le plus important apport externe vers le système d'élevage, les espèces cultivées doivent être nourries en fonction de leurs besoins nutritionnels et physiologiques intrinsèques. Dans le cas des poissons, comme ceux élevés en méditerranée, leur régime est généralement carnivore. Dont les proies naturelles sont d'autres poissons, des mollusques, des crustacés et des vers. C'est pour cela qu'historiquement les principaux ingrédients des aliments pour poissons élevés ont été la farine et l'huile de poisson, obtenus à partir de poissons sauvages capturés dans le monde entier.(UICN, 2007).

L'emploi de farine et d'huile de poisson se révèle avantageux pour l'alimentation d'espèces aquatiques, car ces ingrédients permettent des croissances optimales, ils se révèlent bénéfiques

pour la santé et ils sont relativement bon marché. Ils permettent de formuler des aliments équilibrés et à haute digestibilité, riches en protéines, en lipides, en minéraux et contenant en outre bon nombre de micronutriments.(UICN, 2007).

I.6.1. Aire de stockage des aliments

L'importation des aliments de l'étranger comporte la nécessité de pouvoir stocker l'aliment. Pour garantir la correcte conservation des aliments, ce stockage devra avoir lieu dans des locaux fermés, pas trop humides et isolés thermiquement. Cependant, Au cours du stockage, les aliments sont sujets à un autre type de dégradation de la qualité : l'apparition de toxines d'origine bactérienne ou fongique (moisissures) (aqualogue, 2008).

Des dégradations de qualité physique peuvent aussi se produire. Elles peuvent résulter de la manipulation ou du transfert, ou bien indiquer une altération due à l'action des micro-organismes (aqualogue, 2008).

La valeur nutritionnelle d'un aliment complet ne peut que diminuer au cours du stockage. Tout aliment renferme en effet un certain nombre de composés organiques plus ou moins labiles, c'est-à-dire instables, qui vont devenir soit inactifs, soit même plus ou moins néfastes aux animaux (aqualogue, 2008).

L'amélioration de pratiques d'alimentation peut réduire considérablement la charge de déchets, et favoriser en même temps une meilleure performance économique. Par ailleurs, l'offre d'une alimentation de qualité représente une lourde contrainte pour le développement d'une aquaculture économiquement viable. La compréhension du comportement vis-à-vis de l'alimentation et le développement des bonnes pratiques alimentaires sont indispensables pour réduire les déchets et maximiser la croissance (Piccolotti, 2014).

I.7. Gestion sanitaire (maladies)

Certains agents pathogènes sont présents dans l'environnement, en particulier si les sites sont situés dans des zones polluées (par exemple, les ports, près des sorties d'eaux usées non traitées.). Les maladies bactériennes sont souvent associées à une mauvaise qualité de l'eau. Certains sites abritent des hôtes intermédiaires ou définitifs de parasites qui peuvent faire passer les hôtes des poissons sauvages aux poissons d'élevage (UICN, 2007).

I.7.1. Exemple du syndrome d'hiver chez *S.aurata*

La "maladie d'hiver" est un syndrome caractérisé par une mortalité sévère associée à des conditions de stress, telles que des températures d'eau basses (A. Domknech et al, 1997), dont l'agent étiologique *Pseudomonas anguilliseptica* qui provoque des septicémies hémorragiques (Christian Michel, Jean-François Bernardet, 2018).

Chaque pays producteur a une autorité gouvernementale responsable pour maintenir les demandes statutaires, telles que les licences, le contrôle des décharges, le contrôle des maladies à déclaration obligatoire, etc. Contacter le gouvernement relatif aquaculture/pêches/département de la santé animale. Les services de diagnostic peuvent être fournis par des départements gouvernementaux ou organisations privées ou individus (Colloca, F.; Cerasi, 2005).

I.8. Interactions entre la pisciculture en cages marines et l'environnement

I.8.1. Impact de la pisciculture marine sur l'environnement

Les impacts de l'aquaculture représentent moins de 1 % des charges de nutriments en mer Méditerranée, la contribution venant principalement de l'agriculture et de l'évacuation des eaux usées (Karakassis et al, 2005) ,de plus, ils varieront selon les espèces d'élevage, ce qui peut compliquer l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) et le processus d'obtention des licences. Par exemple, l'impact de la dorade et du bar sont différents, celui de la daurade étant réparti de manière plus vaste et moins dense, alors que l'impact du loup de mer est principalement situé en dessous des cages et est plus concentré. Leurs déjections varient également en taille, en densité et en composition chimique (UICN, 2009).

Les déchets alimentaires et métaboliques provenant de l'aquaculture en cage peuvent être une source importante de matière organique et d'enrichissement de l'environnement en substances nutritives. Si les impacts sont parfois positifs à des niveaux faibles à moyen d'enrichissement, ils peuvent être nuisibles pour l'aquaculture elle-même et pour d'autres intérêts à des niveaux plus élevés (FAO, 2004).

Un autre inconvénient réside dans l'interaction chimique provoquée par l'évacuation des eaux utilisées par les installations d'aquaculture, qui peuvent contenir des résidus de produits thérapeutiques, de produits antifouling ou d'aliments non ingérés. Une gestion inappropriée peut faire apparaître des problèmes tels que des souches de pathogènes résistantes aux antibiotiques, l'eutrophisation de la colonne d'eau, l'épuisement de l'oxygène et d'autres effets nocifs sur l'environnement (UICN, 2007).

L'étude d'impacts sur l'environnement est un processus décisionnel visant à réduire les effets des activités humaines sur l'environnement. Elle consiste à identifier, prévoir, évaluer et atténuer les effets biophysiques, sociaux et autres, des propositions de développement ou d'aménagement avant la prise de décisions et des engagements importants.(UICN, 2007).

CHAPITRE II

MATERIELS ET METHODES

II. MATERIELS ET METHODES**II.1. Matériels**

Le matériel utilisé pour la réalisation de ce travail, est représenté par des données sur les caractéristiques des milieux d'élevage marin en Algérie et des données techniques de dix fermes piscicoles en cages marines algériennes. L'ensemble des données a été obtenu à travers un questionnaire établi ainsi que d'autres ont été fournis par l'entreprise YamAqua, spécialisée dans l'étude et la réalisation des projets aquacoles.

II.1.1. Mise en place de l'enquête

La pisciculture marine en cages est l'activité la plus productive par rapport aux autres types d'élevage aquacole, ceci a amené plusieurs experts à améliorer la rentabilité des fermes de ce secteur ainsi qu'à assurer leur pérennité à l'échelle nationale et mondiale.

Sur ce principe, une enquête par questionnaire a été élaborée dans le but de :

- Identifier et caractériser les différents types de problèmes et points de faiblesse qui empêchent le développement de chaque ferme
- Traiter les données par des outils de statistiques
- Et réaliser un protocole de gestion adapté aux conditions algériennes

Des difficultés ont empêché ces études car il n'y avait pas de réponses par tous les éleveurs.

II.1.1.1. Elaboration de questionnaire

L'enquête réalisée est dite exhaustive (Bardin Bahouayila, 2016) car elle est dédiée spécialement à une population précise qui regroupe les fermes piscicoles marines ayant une production en cages et pour arriver à ce questionnaire, des recherches bibliographiques dans les différents articles, sites web (exemple : site officiel de l'office national des statistiques <https://www.ons.dz/>) ont amené à mettre une pré-enquête qui met la relation entre le but de cette étude (protocole de gestion) et les différentes pratiques appliquées dans une ferme piscicole marine.

II.1.1.2. Hiérarchisation des compartiments du questionnaire

Plusieurs compartiments ont été mis dans cette enquête :

II.1.1.2.1. Ressources humaines

Ces ressources concernent l'ensemble des pratiques mises en œuvre pour administrer, mobiliser et développer les ressources humaines impliquées dans la ferme piscicole marine.

Ces ressources humaines sont l'ensemble des salariés de tous statuts (ingénieurs, comptables, techniciens, plongeurs...) qui appartiennent à l'organisation.

II.1.1.2.2. Environnement d'élevage

Ces fermes enjambent une gamme d'environnement importante ce qui le rend important d'identifier les problèmes là où ils se produisent en vue d'y remédier, ainsi que les circonstances causées par l'environnement qui entravent la productivité de la ferme (bathymétrie, courant...).

II.1.1.2.3. Alimentation et aliment pour poissons

Un aliment pour poissons présente jusqu'à 70% des dépenses de la ferme. De plus l'utilisation d'aliment économique de haute qualité est un facteur important pour le succès des projets aquacoles en général et des poissons en particulier, donc ce questionnaire traite toute information qui concerne les conditions de stockage, qualité et quantité d'aliment utilisé ainsi que son utilisation et sa distribution.

II.1.1.2.4. Gestion technique

Elle traite tout ce qui est en relation avec le type, le nombre et la maintenance de cages et la façon de réagir à leurs dommages. Le milieu marin soumet les structures d'élevage au mouvement des masses d'eau et à la colonisation du fouling (couches biologiques constituées d'algues, de moules, de débris végétaux, etc.), ce qui peut causer à la fois l'usure des composants et l'alourdissement de la cage (cordes, filet, flotteurs). Préserver le bon état des structures d'élevage est un élément qui demande une attention particulière dans la gestion d'une ferme en cage. Les points critiques sont les cordes et les nœuds qui relient les différents composants (filet, cage, système d'amarrage) et le filet contenant le cheptel aquacole.

II.1.1.2.5. Pêche et stock

C'est faire prélever les poissons des cages pour la vente. Par ailleurs, il est important de tenir compte de certaines précautions à prendre pour une conservation correcte des produits après la pêche. Cette partie de questionnaire s'intéresse aux pratiques appliquées pour récolter et stocker les poissons pour la commercialisation.

II.1.1.2.6. Gestion sanitaire

Les problèmes liés à la santé des poissons peuvent désormais surgir et se répandre rapidement au sein de la ferme, dans ce cas, le questionnaire se base sur les maladies, leurs origines, type et dose de traitement pour établir les meilleures stratégies afin de répondre aux problèmes en relation avec la santé.

II.1.2. Procédure de collecte des données

- Une boîte mail a été créée pour faciliter la levée des données (Aquaraste@gmail.com)

- Deux volets de tables EXCEL (quantitatifs et qualitatifs) ont été préparées au préalable pour l'emplacement des données récoltées afin de les traiter.
- Des données propre à Yam Aqua (tels que la température et courantologie des différents sites et des tables de simulation de production offertes par le producteur d'aliment)

Au moment de la rédaction du présent document (mars 2020), la pandémie de COVID-19 a causée des répercutions sur la collecte des données des différentes fermes algériennes.

II.2. Méthodes

Il est impératif avant toute analyses de connaître la nature des données obtenues et qui seront utilisée dans l'analyse.

II.2.1. Données qualitatives

Des données dichotomiques (<https://www.soft-concept.com/surveymag>) qui acceptent une seule réponse entre deux propositions (oui ou non) ont été utilisées. Elles concernent la disponibilité de certains matériels nécessaires destinés au stockage d'aliments et poissons, pêche... etc.

Ainsi que d'autres à choix multiples dites nominales ont été citées dans le but de préciser tout type de problème rencontré pendant la production que ce soit environnemental, technique ou sanitaire ou bien type de matériel utilisé par la ferme pour maintenir le système comme type de cages, type de filets...etc.

II.2.2. Données quantitatives

Ce genre de données a été utilisé pour analyser des comportements ainsi que d'autres attentes en quantité comme la capacité de production, quantité maximale de stockage d'aliments et produits, quantité d'aliments distribué. Bien que d'autres s'intéressent aux effectifs comme l'effectif des fonctionnaires, la biomasse des alevins ou poissons.

II.2.3. Analyse des données de l'enquête

II.2.3.1. Travail sur les variables

II.2.3.1.1. Variables nominales

La distribution des modalités a été calculée et le mode a été déterminé ainsi que la médiane avec des pourcentages.

II.2.3.1.2. Variables quantitatives

Les valeurs minimales et maximales ainsi que les moyennes ont été déterminées, pour faciliter l'utilisation des tests statistique.

II.2.4. Variables utilisées

Des indices ont été calculé afin d’avoir une vision beaucoup plus proche à la situation de production de la ferme, les indices sont les suivants :

$$\text{Potentiel de production (Kg)} = \text{Volume de cages (m}^3\text{)} * \text{Densité finale } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\right) \text{ (1)}$$

$$\text{Nombre de poissons fin de cycle} = \text{Taille marchande (kg)}/\text{Potentiel de production (Kg)} \text{ (2)}$$

$$\text{Biomasse(Kg)} = \text{Poid moyen (kg)} * \text{Nombre de poissons} \text{ (3)}$$

$$\text{Indice de conversion (IC)} = \frac{\text{Quantité d'aliment distribuée (Kg)}}{\text{Gain de poids (P2 - P1)(g)}} \text{ (4)}$$

$$\text{Volume des cages (m}^3\text{)} = \text{Diametre (m)} * \text{hauteur (m)} * \pi \text{ (5)}$$

$\text{Taux de mortalité (\%)} = 100\% - \text{Taux de survie (\%)} \text{ (6)}$ (Qui désigne le rapport du nombre de décès du cycle de production de la population totale moyenne du cycle).

$$\text{Taux de croissance (TC)(\%)} = \frac{\llbracket \ln(\text{Poid finale}) - \ln(\text{Poid initiale}) \rrbracket}{\text{Jour}} * 100 \text{ (7)}$$

$$\text{Taux de rationnement (\%)} = \text{TC (\%)} * \text{IC} \text{ (8)}$$

II.2.5. Relations entre les variables

II.2.5.1. Analyse descriptive

Il s’agit d’une description simple des données obtenues, son principe est basé sur le calcul de la distribution des effectifs et les pourcentages de modalités de réponses pour chaque question, c’est le cas des variables qualitatives nominales, pour les variables quantitatives, elles ont été décrites en fonction du calcul des moyennes et des valeurs minimales et maximales des températures, courants, indices de conversion.

II.2.5.2. Analyses multivariées

Elles vont combiner et mettre en relation plusieurs variables explicatives :

II.2.5.2.1. Test ANOVA

Un test **ANOVA** au seuil de **0,05** a été utilisé pour comparer des moyennes des températures des sites, et la courantologie entre les secteurs Est et Ouest pour distinguer les températures optimales de croissance et les sites propices à l'installation des cages selon la courantologie.

II.2.5.2.2. Test de Student (test T)

Un test de **Student** au seuil de 0,05 a été réalisé, pour comparer l'évolution du poids entre la daurade de deux fermes (celle de la FAO et de la ferme simulée S).

II.2.5.3. Test ACP (Analyse en composantes principales)

Il a été utilisé pour analyser les corrélations entre plusieurs variables : capacité de production de chaque ferme, quantité d'aliment distribué par cycle, taux de mortalité, l'indice de conversion, nombre de cages et autres, ainsi d'identifier des fermes se différenciant fortement des autres et comparer même la ferme qui a été simulée avec d'autres fermes modèles.

II.2.6. Simulation d'une ferme modèle

Ce travail est inspiré par les différentes simulations créées par un producteur mondiale d'aliment (tableau 8 dédié au fermes algériennes en terme de capacité de production , quantité d'aliment distribué et taux de mortalité à l'aide d'une table de nourrissage spécifique à l'entreprise) ,une deuxième approche (réalisée par Laurent Gennari et Valerio Crespi sur le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la Fao, 2018) qui a servie de structure et de comparaison .Cette combinaison vise à la création d'une ferme modèle avec les meilleures performances de production tout en respectant l'environnement d'élevage.

Des tests de modélisation statistique et mathématique ont été utilisés comme départ afin d'arriver au modèle de la ferme qui sert à estimer et gérer le cheptel.

Tableau. 8. Tableau de nourrissage de (daurade royale) (fournisseur d'aliment)

Seabream SK	15	16	17	18	19	20
1	2.13	2.44	2.71	2.97	3.24	3.55
5	1.42	1.66	1.86	2.06	2.26	2.48
10	1.16	1.37	1.55	1.72	1.90	2.09
20	0.95	1.13	1.29	1.43	1.58	1.75
40	0.77	0.92	1.06	1.18	1.31	1.45
60	0.68	0.82	0.94	1.06	1.18	1.31
80	0.63	0.76	0.87	0.98	1.09	1.21
100	0.59	0.71	0.82	0.93	1.03	1.15
120	0.56	0.68	0.78	0.88	0.99	1.09
140	0.54	0.65	0.75	0.85	0.95	1.05
160	0.52	0.63	0.73	0.82	0.92	1.02
180	0.50	0.61	0.70	0.80	0.89	0.99
200	0.49	0.59	0.68	0.77	0.86	0.96
250	0.47	0.55	0.64	0.72	0.81	0.90
300	0.44	0.52	0.60	0.68	0.76	0.85
350	0.43	0.49	0.57	0.64	0.72	0.80
400	0.41	0.47	0.54	0.61	0.68	0.75
500	0.38	0.42	0.47	0.54	0.60	0.66

Tableau. 9. Ferme modèle simulée selon les conditions algériennes par

(Laurent Gennari et Valerio Crespi, 2018)

Date	Temp. (°C)	Poids moyen (g)	I.C.	T.R. (%)	T.C. (%)	Nombre de poissons	Biomasse (Kg)	Granul.	Aliment (kg)
05/13	19	8	1,2	2,7	2,3	250 000	2 000	1,5 mm	1 674
06/13	21	14	1,2	2,7	2,3	244 000	3 416	1,9 mm	2 760
07/13	23	31	1,4	2,9	2,1	239 000	7 409	3 mm	6 660
08/13	25	55	1,5	2,4	1,6	235 000	12 925	3 mm	9 616
09/13	24	85	1,6	2	1,2	231 000	19 635	4,5 mm	11 780
10/13	21	115	1,6	1,6	1	227 000	21 077	4,5 mm	10 116
11/13	16	150	1,8	1,2	0,6	224 000	26 105	4,5 mm	9 711
12/13	15	180	1,8	0,8	0,4	221 000	39 780	4,5 mm	9 547
01/14	15	205	2	0,7	0,3	218 000	44 690	4,5 mm	9 385
02/14	15	225	2	0,6	0,3	215 000	48 375	4,5 mm	8 997
03/14	16	250	2	0,7	0,3	213 000	53 250	4,5 mm	11 182
04/14	17	275	1,9	0,8	0,4	211 000	58 025	4,5 mm	13 926
05/14	18	320	1,9	0,9	0,5	209 000	66 880	6 mm	18 660
06/14	21	365	2	1	0,5	207 000	75 555	6 mm	

IC : indice de conversion, TC : taux de croissance, ganul : diamètre des granulés

II.2.6.1. Modèles statistiques**II.2.6.1.1. Régression linéaire simple**

Un test de régression linéaire simple a été utilisé pour arriver à une équation modèle qui relie des facteurs importants dans la croissance et l'alimentation des poissons. Le poids moyen et l'indice de conversion ont été étudiés dans cette partie.

Ce test a servi également à comparer les indices de conversion entre poissons loup de mer et daurade royale pour distinguer l'espèce qui possède un IC plus faible (un IC faible signifie une croissance importante donc un meilleur rendement).

II.2.6.1.2. Régression multiple

Le test a été utilisé pour estimer le nombre de poissons dans la phase courante sous forme d'une équation qui met en évidence le poids moyen et l'indice de conversion.

II.2.6.2. Autres indices calculés

Pour estimer d'autres facteurs tels que l'aliment distribué, et le taux de croissance et le poids moyen de la phase suivante, ceci a été fait après avoir eu les équations mathématiques modèles issues des tests réalisés (Régression simple et multiple). Ces facteurs sont :

Taux de croissance : son estimation a été exprimée en fonction de l'indice de conversion (IC) et le taux de rationnement (TR).

Poids moyen de la phase suivante : il a été estimé en fonction du taux de croissance et le poids précédent.

Aliment distribué : est estimé en fonction de la biomasse et le taux de rationnement.

- D'autres tests tels qu'ANOVA, T de Student qui ont pour but de comparer la croissance des poissons (loup de mer, et daurade de la ferme issues de ces études et autres simulations tels que celle de la FAO).
- La ferme réalisée (S) a été comparée avec d'autres fermes modèles pour vérifier sa fiabilité par des tests statistiques ACP.
- Une courbe de croissance a été illustrée pour estimer la croissance moyenne selon les conditions algériennes.

Les équations indiquées pour estimer d'autres paramètres de production sont montrées dans le tableau suivant :

Tableau. 10. Autres équations utilisée

Paramètres	Equation
Taux de croissance (%)	$TC (\%) = TR/IC$
Poids moyen de la phase suivante (g)	$Ps = A \times [(TC \times P \text{ moyen})/100] + P \text{ moyen}$
Aliment distribué (Kg)	$Aliment = IC * \text{biomasse (Kg)}$

A : une constante.

II.2.7. Outils de traitement des données

L'utilisation de ces logiciels de statistiques (EXCEL 2013 et XLSTAT 2014) a été basée principalement sur l'introduction des données qualitatives et quantitatives pour traiter, étudier et conclure la relation entre les variables avec des présentations graphiques bien définies pour exprimer le statut de chaque ferme ainsi que ses points de faiblesses, problèmes et réponses par rapport à l'enquête établie dans le but de les résoudre et arriver au protocole voulu.

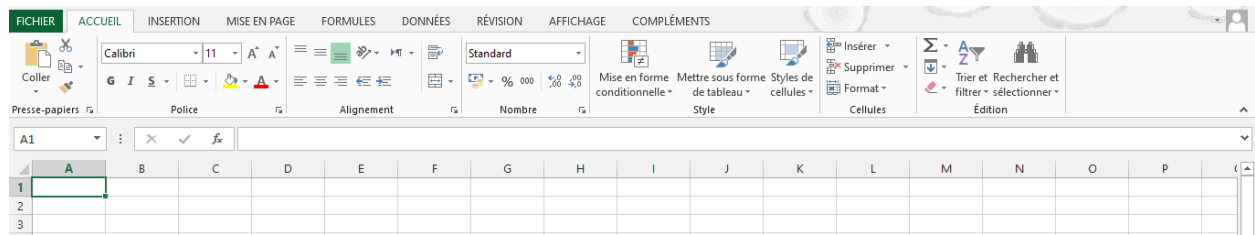


Figure. 15. Page d'accueil EXCEL 2013

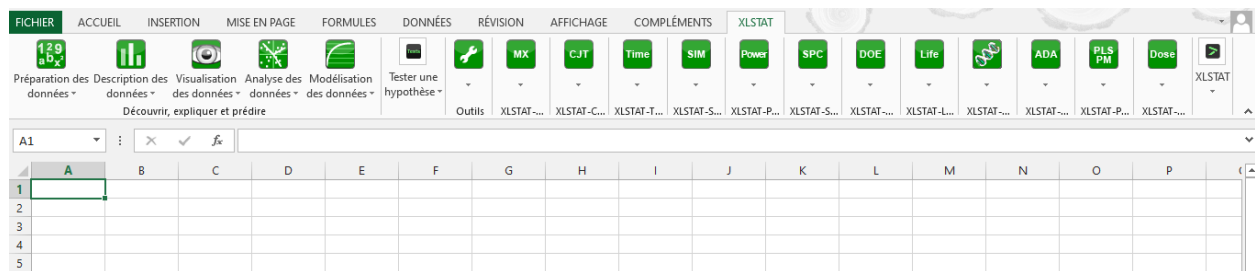


Figure. 16. Page d'accueil XLSTAT 2014

CHAPITRE III

RESULTATS ET DISSCUSSION

III. RESULTATS

III.1. Enquête

Le questionnaire obtenu contient 9 pages dont lequel les différents compartiments ont été organisés. De plus il a été créé selon les normes après avoir consulté les différents questionnaires réalisés par d'autres enquêteurs comme ceux établis par l'office national des statistiques et autres.

Enquête sur la situation actuelle de la production piscicole en cages marines

Cette enquête vise à collecter les données des fermes piscicoles marines en cages dans le but d'améliorer leur rentabilité et assurer leur pérennité par un protocole de gestion adapté aux conditions algériennes. Toutes les données recueillies restent **confidentielles** et seront traitées de manière **anonyme**.

Un rapport sera édité et communiqué par la suite avec les différentes fermes ayant participé à cette enquête.

Note : veuillez répondre à ce questionnaire par rapport à votre dernier cycle de production

يهدف هذا المسح إلى جمع البيانات من مزارع الأسماك البحرية في أقطاب من أجل تحسين ربحيتها وضمان استدامتها من خلال بروتوكول إدارة يتكيف مع الظروف الجزائرية. تظل جميع البيانات التي تم جمعها سرية وسيتم التعامل معها بشكل مجهول.

سيتم تحرير تقرير وإرساله لاحقاً إلى المزارع المختلفة التي شاركت في هذا المسح.
ملاحظة: يرجى الإجابة على هذا الاستبيان فيما يتعلق بأخر دورة إنتاج إن أمكن.

Cordonnées de la ferme :	
Wilaya	<input type="text"/>
Raison social	<input type="text"/>
Gérant :	<input type="text"/>
E-mail / Téléphone	<input type="text"/>
Informations techniques :	Capacité de production (Tonnes/cycle)
	<input type="text"/>
	Espèces d'élevage : loup <input type="checkbox"/> daurade <input type="checkbox"/> maigre <input type="checkbox"/>
Localisation :	<input type="text"/>
Superficie :	En mer <input type="checkbox"/>
	A terre (si disponible) <input type="checkbox"/>
Distance par rapport au port :	<input type="text"/>

Page 1 sur 9

Figure.17. Page de garde du questionnaire

III.2. Analyse des données

III.2.1.Travail sur les variables

III.2.1.1. Statistiques des ressources humaines

Les données obtenues ont permis de calculer le pourcentage et la répartition des employés de tous statuts dans les dix fermes, dont les plongeurs ont marqué une forte présence de 23% du total (Tableau 11 et figure 18). Le gardiennage semble aussi relever une importance non négligeable avec un pourcentage de 20%.

Tableau. 11. Répartition des employés des fermes

	Effectif total	gérant	Administrateur	Ingénieur	comptable	plongeur	gardien	patron du bateau	agent polyvalent	Autres
Total	139	10	10	10	10	32	28	11	21	7
%	100%	7%	7%	7%	7%	23%	20%	8%	15%	5%
Moyenne	14	1	1	1	1	3	3	1	2	1

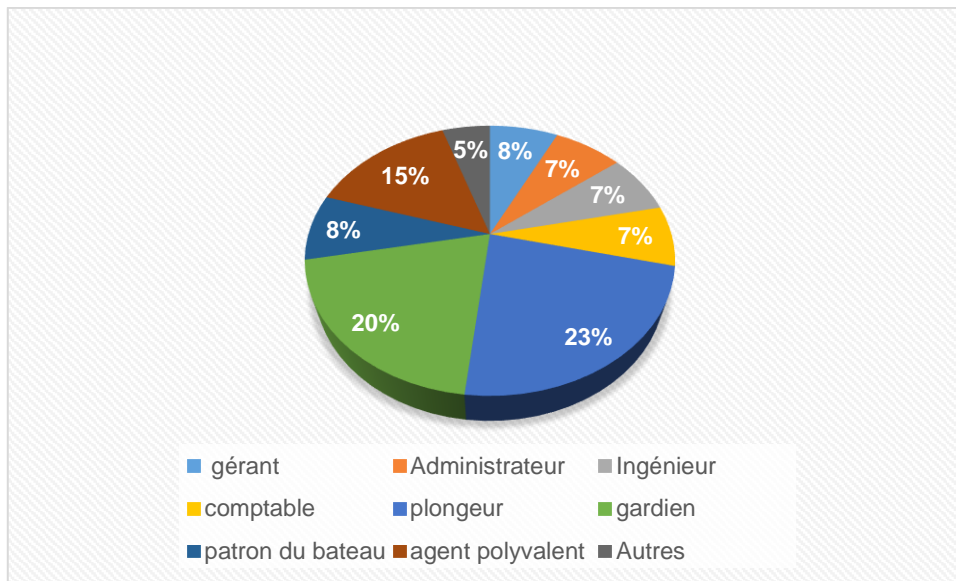


Figure. 18. Répartition des employés en pourcentage

Une approche a précisé les nombres idéals des fonctionnaires dans une ferme piscicole marine en cages, le détail est dans le tableau suivant

Tableau. 12. Normes de fonctionnaires dans les fermes piscicoles marines en cages

Type de fonction	Indications
Responsable de production	1 ou 2
Nombre de salariés par cage en production	$1 < x < 2$

Par comparaison entre les données présentées dans les fermes étudiées et ce qui présente ce tableau, le nombre moyen des fonctionnaires des différents statuts est différent des normes indiquées ce qui va influencer la production et le fonctionnement de la ferme.

III.2.1.2. Environnement d'élevage

III.2.1.2.1. Température

La figure 19 présente les variations de température mensuelles de l'eau dans les différents sites d'élevages, l'évolution de la température dans toutes les zones suit le même rythme pendant toute l'année. Des valeurs maximales sont observées pendant la période (Juillet-Aout).

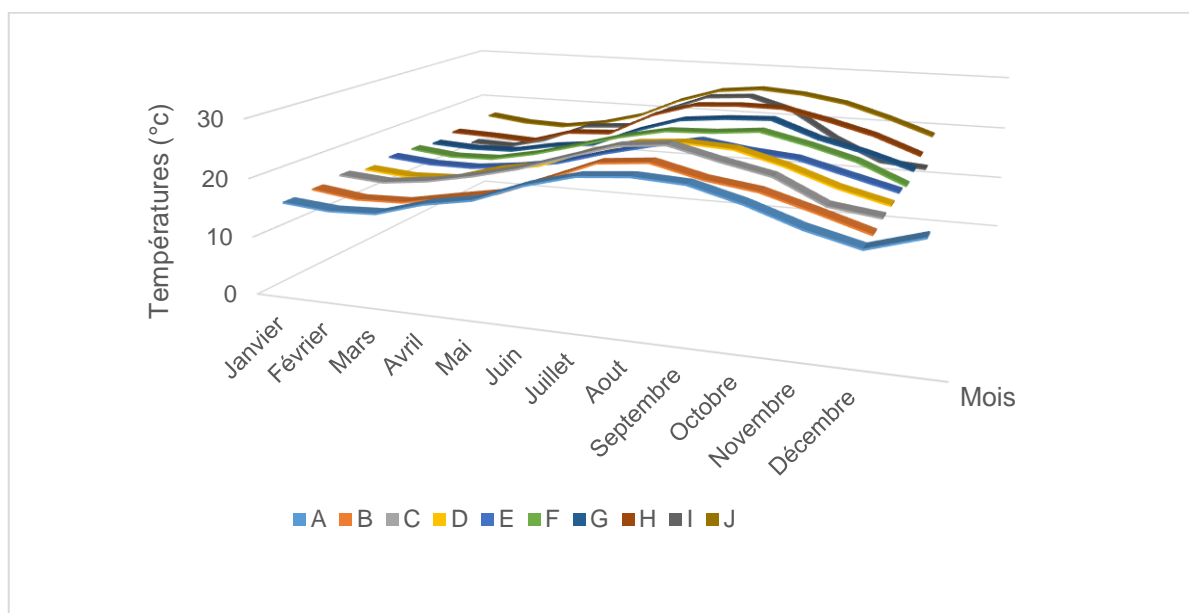


Figure. 19. Températures moyennes mensuelles des sites d'élevage

Le tableau 13 représente les valeurs minimales et maximales de chaque ferme, la température la plus élevée est observée chez la ferme C avec une valeur de 26,3°C, alors que la ferme I a enregistré une faible température de 12°C.

Tableau. 13. Températures moyennes mensuelles des sites d'élevage

Région	Fermes à l'Ouest							Fermes à l'Est		
Fermes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Max	24,92	25,25	26,3	24,92	23,59	24,2	24,77	25,4	25,7	25,87
Min	14,92	14,82	15,815	14,92	15,4	15,1	14,94	15,35	12	15,28
Moyennes	19,72	19,41	20,4	19,72	18,95	19,43	19,36	20,35	18,02	20,41

Une étude a indiqué que la température optimale de croissance pour la daurade est de 25°C (D. Birgolin et al, 2010), dans cette approche, les sites du secteur Est (H, I et J) et de l'Ouest (B et C) ont indiqué des optimums 25°C ce qui leur permet d'être des sites propices pour l'élevage de la daurade en périodes chaudes.

La température enregistrée au site de la ferme I (12°C) est expliquée par erreur de mesure, sinon ça pourrait être du a un problème d'équipement.

II.2.1.2.1.1. Test ANOVA

Le test ANOVA au seuil de 0,05 a montré qu'il existe une différence significative entre les moyennes des températures enregistrées dans les différents sites d'élevage (P<0,05) (tableau 14).

Tableau.14. Résultat du test ANOVA (comparaison des températures des sites d'élevage).

Variables	DDL	F	Pr > F
Températures	12	97,590	<0,0001***

DDL : degré de liberté

Cette comparaison vise à étudier l'influence de la température sur la croissance des poissons qui va se présenter dans l'étude de la simulation de la ferme modèle. Les températures obtenues dans la ferme simulée sont les moyennes de températures enregistrées dans les sites.

III.2.1.2.1.2. Secteurs Est et Ouest

Le tableau 15 et la figure 20 présentent les températures moyennes enregistrées dans les deux secteurs de la cote (Est et Ouest) pendant toute l'année. Une température maximale a été

CHAPITRE III.....RESULTATS

enregistrée en mois d’Aout à l’Est (25,66°C) et à l’Ouest (24,68°C). Des valeurs minimales ont été remarquées dans les deux régions en mois de février (14,45°C à l’Est et 15,14°C à l’Ouest).

Tableau. 15. Températures moyennes des secteurs Est et Ouest de la cote algérienne

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Est	14,96	14,45	14,88	17,22	18,29	22,23	25,00	25,66	24,66	21,91	19,07	16,81
Ouest	15,88	15,14	15,44	17,14	18,68	21,53	23,89	24,68	23,97	22,09	19,40	17,07

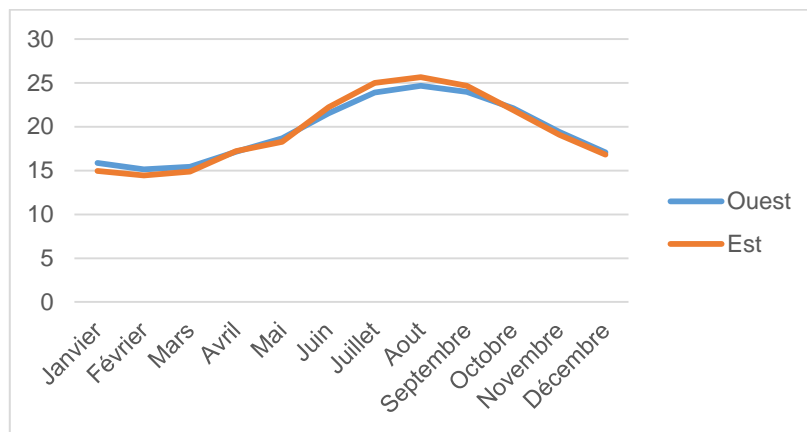


Figure. 20. Températures moyennes de la zone Est et Ouest

III.2.1.2.2. Courantologie

La figure 21 présentent les valeurs moyennes maximales du courant qui ont été enregistrées dans les deux secteurs Est et Ouest de la côte algérienne pendant les trois dernières années. La plus grande vitesse a été enregistrée à l’Ouest en mois d’Octobre (0,75 m/s) alors qu’à l’Est c’était en mois de Mars (0,71 m/s), tandis que la valeur minimale a été marquée à l’Ouest (0,34 m/s) au mois de janvier et l’Est un minimum de 0,37 m/s au mois de juillet. En général la figure 22 met en évidence la relative importance du courant du secteur Est en comparaison avec le secteur Ouest, ceci à partir du mois du juillet jusqu’à octobre.

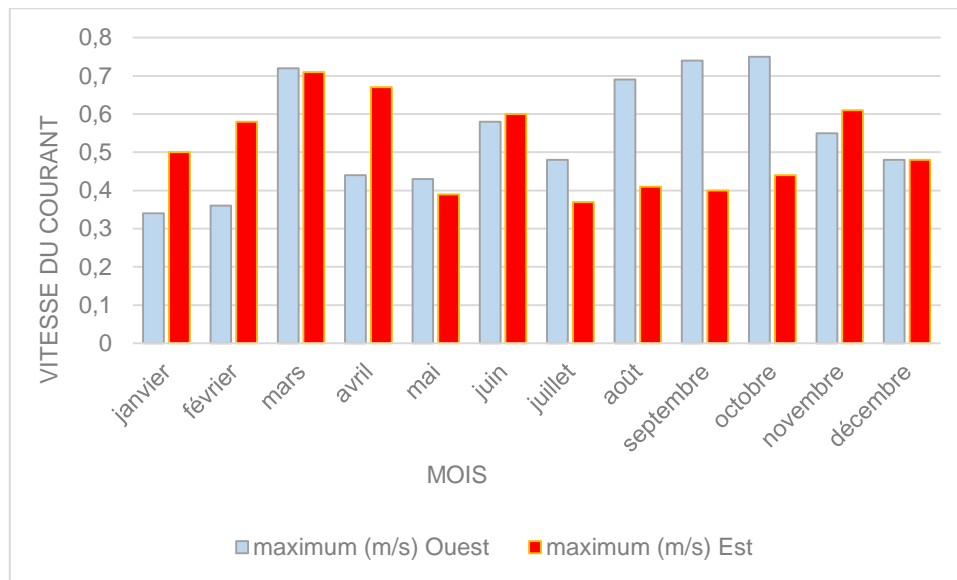


Figure. 21. Courantologie moyenne maximale dans les deux secteurs Est et Ouest

II.1.2.2.1. Test ANOVA

Le test ANOVA au seuil de 0,05 qui a été utilisé pour tenter de comparer les moyennes des courants afin d’étudier par la suite son effet sur les installations.

Le test ANOVA a indiqué qu’il existe une différence significative entre les courants.

Tableau. 16. Résultats du test ANOVA entre la courantologie de la zone Est et Ouest

Source	DDL	F	Pr > F
Courantologie	1	10,494	0,002

Une classification des sites selon la vitesse du courant a été réalisée pour sélectionner et préciser les zones propices à l’aquaculture en cages (Francesco. C et Alessandro. L, 2015) et d’après les moyennes enregistrées sur toute la cote algérienne (0,55 m/s à l’Ouest et 0,51 à l’Est) et le test ANOVA qui a montré qu’il existe une différence entre les courants de la cote ; la zone fait partie de la classe b (modéré) alors que l’Ouest fait partie de la **classe c** (substantiel) (tableau 17).

Tableau 17 Classification de sites selon la vitesse du courant

Site classification	Current speed (m/s)	Site exposure level
a	0.0–0.3	Low
b	0.3–0.5	Moderate
c	0.5–1.0	Substantial
d	1.0–1.5	High
e	>1.5	Extreme

La valeur maximale du courant dominant afin d’éviter tout problème de conception est estimée de 0,6m/s (L. Gennari et V. Crespi, 2018). En Algérie, la vitesse maximale est estimée de 0,55 m/s à l’Est et 0,51 à l’Ouest ce qui met la cote dans les normes.

III.2.1.3. Alimentation et aliment pour poissons

III.2.1.3.1. Indice de conversion

III.2.1.3.1.1. Cas de la daurade royale

Dans le cas de production de la daurade royale, les informations sur huit (8) fermes d’élevage ont été utilisées pour analyser les données sur les indices de conversion. A mentionner que ces valeurs représentent un cas de production optimale avec un alevin de bonne qualité et une bonne gestion de l’alimentation. Les indices de conversion ainsi obtenus sont rassemblés au niveau du tableau 18 et illustrés au niveau de la figure 22. Il existe d’autres fermes productrices de daurade mais elles ne sont pas traitées à cause du manque de données. L’indice de conversion moyen de chaque ferme varie entre 1,36 (ferme I) localisée au niveau de la wilaya de Jijel.

Par comparaison entre les régions, l’Est a enregistré un indice moyen de 1,42 et l’Ouest 1,46.

Tableau. 18. Indices de conversion de *S.aurata* des différentes fermes

Secteur	Fermes à l’Ouest				Fermes à l’Est			
Ferme	A	B	E	F	G	H	I	J
Indice de conversion moyen	1,49	1,5	1,39	1,48	1,42	1,54	1,36	1,37
Moyenne par secteur	1,46				1,42			

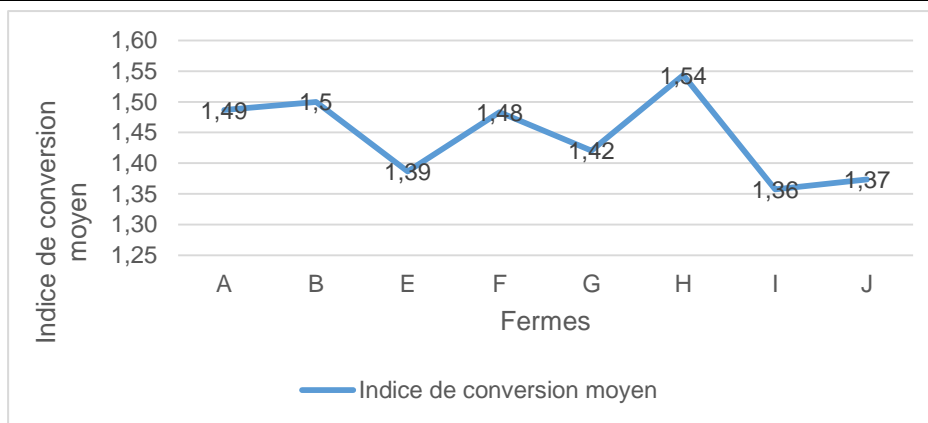


Figure. 22. Indices de conversion *S.aurata* des différentes fermes

III.2.1.3.1.2. Cas du loup de mer

Le loup de mer n’a pas été étudié de même façon que la daurade à cause du manque des données.

Dans le cas de production du loup de mer, il existe 5 fermes d’élevage qui ont été utilisées pour traiter les données de l’indice de conversion, elle sont présentées dans le tableau 19 et la figure 24. Selon le tableau, l’indice de conversion moyen varie entre 1,33 (ferme J) et 1,4 (ferme A et F) tout au long de la cote. Par comparaison entre les secteurs, l’Est a enregistré un indice de 1,34 et l’Ouest 1,4.

Tableau. 19. Indice de conversion de *D.Labrax* dans les deux secteurs

Secteur	Fermes à l’Ouest			Fermes à l’Est	
	A	E	F	I	J
Indice de conversion moyen	1,4	1,34	1,4	1,35	1,33
Moyenne par secteur	1,4			1,34	

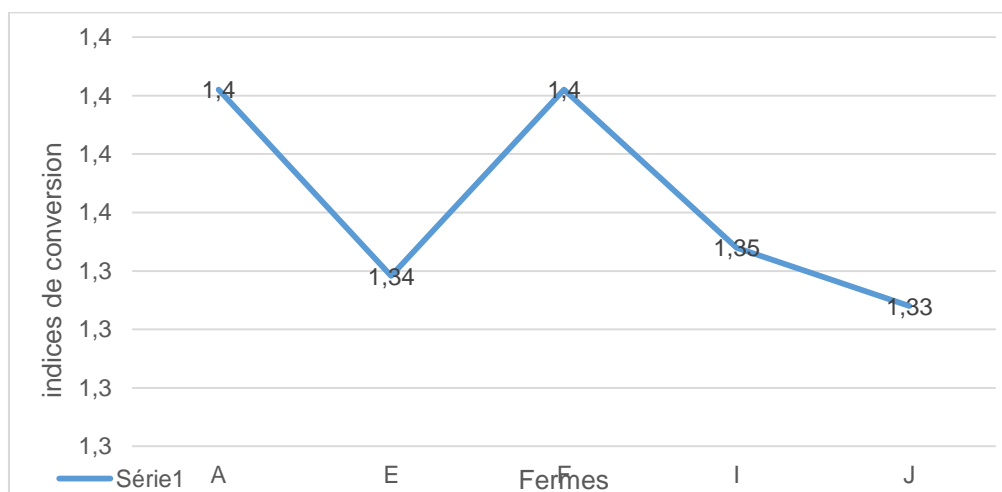


Figure. 23. Indice de conversion de *D.labrax* des différentes fermes

Le tableau suivant indique les différentes valeurs moyennes des indices de conversion (IC) obtenus dans les fermes étudiées et la ferme simulée (S) du loup de mer et de la daurade royale

Tableau. 20. Indices de conversion calculés

	Fermes étudiées	Ferme S
Daurade royale (<i>S. aurata</i>)	1,37-1,54	1,4
Loup de mer (<i>D. labrax</i>)	1,34-1,37	1,5

Une étude a obtenu un résultat similaire à ces valeurs pour le cas de la daurade royale (1,53) (Atlan. O, 2018), alors que pour le loup de mer c'était plus proche à la valeur obtenue dans la ferme S (1,5) par rapport à (1,6) dans l'étude réalisée par Atlan.O.

Une autre approche a mentionné que c'est difficile d'arriver à un IC inférieur à 1,7, même dans des conditions optimales (L. Gennari et V. Crespi, 2018). Cette différence pourrait s'expliquer par la difficulté d'estimation de la ration alimentaire pour poissons, même les mauvaises pratiques exercées par les éleveurs, de plus les conditions de stockage non-optimales jouent le rôle primordial dans ces contraintes et cela a été bien exprimé par (FAO, 2004). Une étude a ajouté d'autres explications qui a une relation avec le régime alimentaire et le comportement biologique du poisson ; l'indice de conversion est influencé par la composition chimique et biochimique de l'aliment ainsi que les taux de rationnements limités participent à l'augmentation de la valeur d'IC donc un métabolisme réduit (A. Bonaldo et al, 2010).

III.2.1.4. Technique et technologie d'élevage

III.2.1.4.1. Cages

9 fermes parmi les 10 étudiées dans cette partie possèdent des cages flottantes (90%) et une seule possède des cages submersibles (10%).

Les tableaux 21 et 22 présentent le nombre de cages dans chaque ferme avec le volume, potentiel et capacité de production. Les données traitées dans ces tableaux concernent la production de la daurade et du loup de mer. D'après les résultats obtenus, il y a des pertes de production dans chaque ferme.

Tableau. 21. Production de *S.aurata* dans les différentes fermes

Ferme	Nombre de cages	Volume de cages (m³)	cages en exploitation	densité de charge (Kg/m³)	Potentiel de production (x10³) (Kg)	capacité de production de la ferme (x10³) (Kg)
A	8	4900	2	12	117,6	117
B	8	4900	4	13,4	263,6	263,4
C	8	4900	-	-	-	-
D	8	6600	-	-	-	-
E	8	4900	2	10,5	103,9	103,1
F	8	4900	2	12	117,6	117,5
G	24	4900 (16 cages) et 6600 (8cages)	4	15,2	298	297
H	8	4900	4	24,8	486,6	485,8
I	8	4900	3	11	161,7	158,9
J	8	4900	2	11	107,8	117,5

Tableau. 22. Production de *D.Labrax* dans les fermes

Ferme	cages en exploitation	densité de charge (Kg/m³)	Potentiel de production (x10³) (Kg)	capacité de production de la ferme (x10³) (Kg)
A	3	11,2	119,6	118,9
E	2	12,2	107,8	103,9
F	2	12	117,6	117,5
I	3	11	164,4	163,6
J	2	11,1	108,8	108,3

III.2.1.4.2. Filets

- Toutes les fermes étudiées possèdent deux types de filets : nylon et dyneema dont elles remplacent le nylon par le dyneema à partir du premier changement.

III.2.1.4.2.1. Changement de filet

- Les fermes ayant répondu à cette partie possèdent des filets traités par peinture antifouling. Pour le changement de filets, il y’a des fermes qui l’ont fait selon le poids de la daurade et le loup de mer. La différence est remarquable au niveau du deuxième changement lorsque la daurade atteint un poids de 70g alors que le loup atteint les 100g (une maille de 15mm) (tableau 23 et figure 24).

D’autres fermes utilisent une maille de 22mm au lieu de 20mm en dernier changement.

Tableau. 23. Changement de filet pour *S.aurata* et *D.labrax*

Changement de filet	Loup de mer		Daurade	
	Maille (mm)	Poids (g)	Maille (mm)	Poids (g)
1	8	5	8	5
2	15	100	15	70
3	20	150	20	150

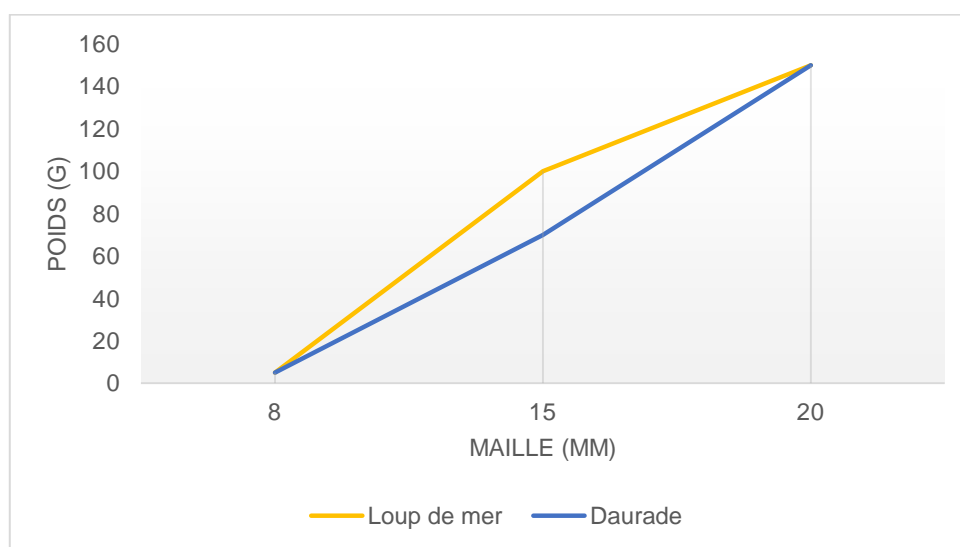


Figure. 24. Changement du filet *S.aurata* et *D.labrax*

Une approche a été réalisée pour illustrer les tailles de mailles utilisées en fonction du poids du poisson (Fabrizio Piccoloti, 2014). Le tableau présente les détails :

Tableau. 24. Changement de filet selon la taille et le poids du poisson

Phase	Taille (cm)	Poids (g)	Maille (mm)
1	3-5	5	12
2	6-20	10-150	15
3	25-30	150-300	22
4	35-40	700	30

Cette différence s’explique par la différence des conditions dans chaque ferme d’élevage ainsi que la période d’utilisation du filet, aussi le comportement biologique de l’espèce se prend en considération.

III.2.1.4.3. Pêche et stockage de la production

- La majorité des fermes possèdent des bacs isothermes et fabriques à glaces, alors que d’autres ont des chambres froides.
- La taille marchande dans les fermes varie entre 290 et 350g pour la daurade et 300g pour le loup de mer.

III.3. simulation de la ferme modèle

III.3.1. Simulation de croissance d’un lot de daurade royale et loup de mer

La simulation a été faite par combinaison entre les standards de rationnement du producteur mondial d’aliment pour poissons et le modèle proposé par la FAO (L. Gennari et V. Crespi, 2018) selon les conditions algériennes. Cette approche a été élaborée à l’aide des outils de modélisation statistique ainsi que des modèles mathématiques de régression qui sont détaillés dans les parties qui suivent.

III.3.1.1. Test de régression linéaire simple

Cet outil mathématique a permis d’avoir une équation de régression reliant le poids moyen (p) et l’indice de conversion (IC) sous la forme : $f(p) = IC = A \times p + C$ tels que A et C sont des constantes.

Tableau. 25. Régression linéaire simple

Poids moyen et indice de conversion	Coefficient de corrélation (R ²)	Forme générale de l’équation
IC= f(p)	1	IC= A x p + C

Le coefficient de corrélation indique une valeur =1, donc les deux variables sont corrélés positivement

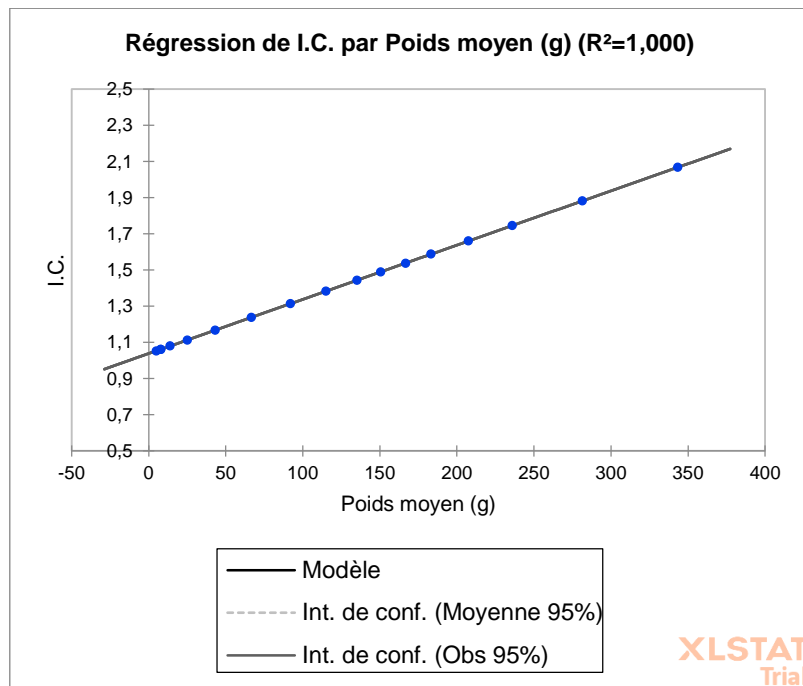


Figure. 25. Régression linéaire de I.C. par Poids moyen (g) de *S. aurata* ($R^2=1,000$)

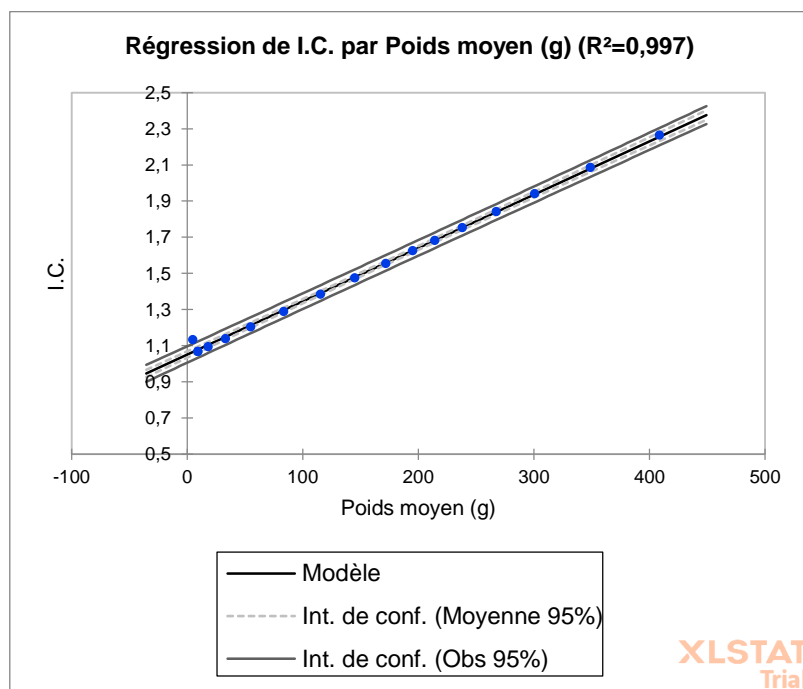


Figure. 26. Régression linéaire de I.C. par Poids moyen (g) de *D. labrax* ($R^2=0,997$)

Les graphiques (figures 25 et 26) confirme la corrélation positive entre le poids et l'indice de conversion IC. **En termes de physiologie**, la digestibilité de l'aliment augmente ce qui explique les valeurs minimales de l'indice de conversion donc un gain de poids important c'est la **phase exponentiel**. Au-delà de 200g, le métabolisme ralenti ce qui explique les grandes valeurs proches de 2 donc un faible gain de biomasse **en rapport avec l'aliment ingéré**.

III.3.1.2. Test de régression multiple

Ce test de régression multiple permet de mettre en place l'équation mathématique qui relie le nombre de poissons estimé d'une phase donnée, le poids (p) et l'indice de conversion (IC), elle se présente sous la forme suivante : $N = A \times p + B \times IC + C$ tels que A, B et C sont des constantes. Les tableaux 26 et 27 expliquent la forte corrélation entre le nombre et le poids moyen, le nombre et l'indice de conversion, ils sont corrélés négativement ($R^2 = -0.823$) pour la daurade (tableau 26) ainsi que pour le loup de mer (tableau 27).

Tableau. 26. Matrice de corrélation de S.aurata

	Poids moyen (g)	I.C.	Nombre
Poids moyen (g)	1	1,000	-0,823
I.C.	1,000	1	-0,823
Nombre	-0,823	-0,823	1

Tableau. 27. Tableau de corrélation de D. labrax

	Poids moyen (g)	I.C.	Nombre
Poids moyen (g)	1	0,999	-0,865
I.C.	0,999	1	-0,838
Nombre	-0,865	-0,838	1

III.3.1.4. Fermes simulées (ferme S)

Des simulations qui ont été réalisées par un producteur mondial d'aliment pour poissons sont utilisées pour déduire des équations mathématiques qui relient plusieurs variables tels que l'aliment, l'indice de conversion. Ces équations ont été déduites à partir des modèles statistiques (régression linéaire simple et multiple).

Une ferme modèle créée par la FAO, 2018 selon les conditions algériennes a été utilisée pour la comparer avec la ferme simulée (S).

III.3.1.4.1. Table de simulation de la ferme de la daurade

La ferme simulée (S) de la daurade débutera le cycle d'élevage en mois de Mai pendant un cycle moyen qui se prolongera 15 mois, ceci avec un poids d'alevin moyen de 5g est n nombre de 250000 alevins. Les températures indiquées sont les moyennes des températures enregistrées sur toute la cote algérienne.

Tableau. 28. Simulation de la croissance de la daurade

Temp. (°C)	Poids moyen (g)	I.C.	T.R. (%)	T.C (%)	Nombre	Biomasse (g)	Biomasse (Kg)	Aliment (kg)	Nombre de cages	1
19	5	1,1	2,06	2	250000	1250000	1250	1316	Nombre initial d'alevins	250000
22	8	1,1	2,72	2,6	232630	1845799	1846	1960	Nombre final de poissons	217895
24	14	1,1	2,86	2,6	232363	3260545	3261	3522	Biomasse initiale (Kg)	1250
25	25	1,1	2,67	2,4	231873	5838311	5838	6501	Biomasse finale (Kg)	74842
24	43	1,2	2,12	1,8	231078	10003548	10004	11683		
22	67	1,2	1,56	1,3	230042	15382053	15382	19052		
19	92	1,3	1,10	0,8	228933	21091885	21092	27723		
17	115	1,4	0,80	0,6	227917	26270262	26270	36352	Bilan de production de la cage	
15	135	1,4	0,55	0,4	227039	30707761	30708	44335	Taux de mortalité (%)	12,8
15	151	1,5	0,53	0,4	226360	34114892	34115	50836	Taille marchande (g)	343
15	167	1,5	0,51	0,3	225654	37637229	37637	57900	Quantité totale d'aliment (Kg)	154805
17	183	1,6	0,70	0,4	224926	41246873	41247	65506	Biomasse finale (Kg)	74842
18	208	1,7	0,76	0,5	223861	46479856	46480	77198	Indice de conversion moyen	1,4
22	236	1,7	1,12	0,6	222609	52564871	52565	91799	Taux de croissance moyen (%)	1,1
25	282	1,9	1,38	0,7	220614	62116431	62116	116946	Diamètre (m)	25
25	343	2,1	1,26	0,6	217895	74841839	74842	154805	Densité d'élevage (Kg/m³)	15,3
										11,3

Le bilan final de la cage est le suivant :

Tableau. 29. Bilan finale du cycle d'élevage de la daurade

Taux de mortalité (%)	12,8%	
Taille marchande (g)	343g	
Quantité totale d'aliment (kg)	154805 kg	
Biomasse finale (kg)	74 842 kg	
Indice de conversion moyen (IC)	1,4	
Taux de croissance moyen (%)	1,1%	
Diamètre (m)	25	29
Densité d'élevage (kg/m³)	15,3 kg/m³	11,3 kg/m³

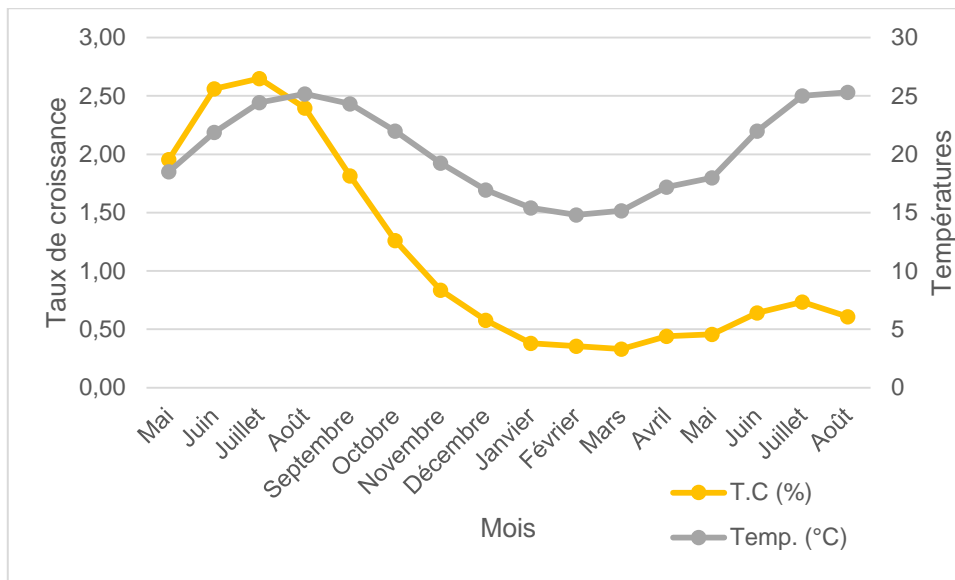


Figure. 27. Croissance de *S.aurata*

La figure 27 présente la croissance de la daurade de la ferme simulée (S), elle atteint son optimum en mois de Mai, juin, juillet et août dans lesquels la température varie entre 20 et 25°C, alors qu'elle se ralentit en période de mauvais temps (température =15°C) à partir du mois de janvier jusqu'au mois de mars après elle reprend avec une faible augmentation.

Une approche a cité une courbe de croissance théorique de *S. aurata* en 2 températures différentes (17 et 23°C) d'une période allant de 0 à 400 jours (figure 28) (FAO, 2005)

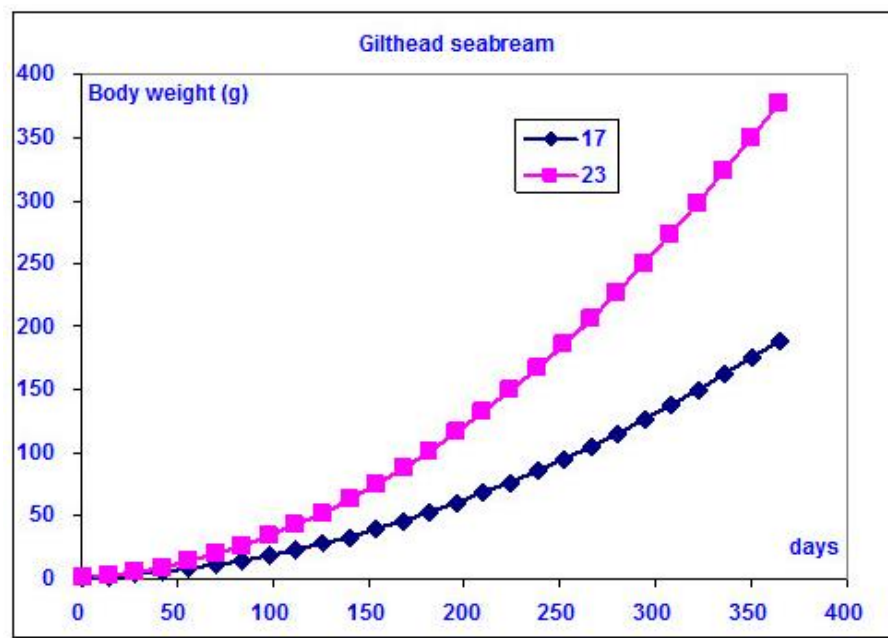


Figure. 28. Croissance théorique de *S. aurata* (FAO, 2005)

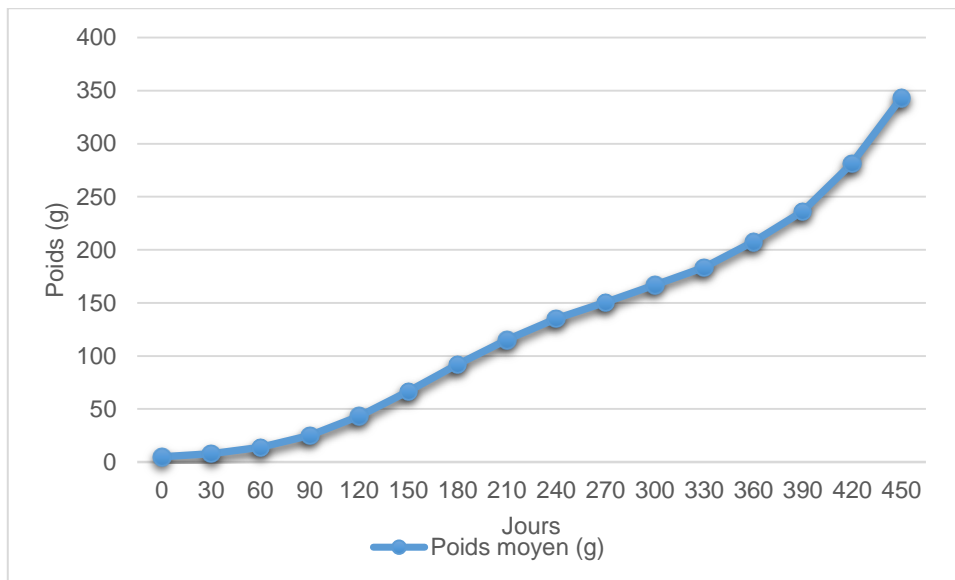


Figure. 29. Croissance de *S. aurata* dans la ferme S

La figure 29 présente la croissance de la daurade dans la ferme S dans une température moyenne de 20°C, par comparaison, la croissance de celle de la FAO (figure 28) a montré que le poisson atteint un poids de 160g (17°C) et 300g (23°C) pendant une période de 350 jours, alors que la daurade de la ferme S (figure 29) a atteint un poids de 208g (20°C) en 350 jours ce qui met le résultat obtenu dans les normes.

III.3.1.4.2. Table de simulation de la ferme du loup de mer

La ferme simulée de du loup de mer a commencé son cycle d'élevage en mois de Mai durant 15 mois avec un poids de 5g (250000 alevins). Les températures indiquées sont les moyennes des températures enregistrées sur toute la cote algérienne.

Tableau. 30. Simulation de la croissance du loup de mer

Temp. (°C)	Poids moyen (g)	I.C.	T.R. (%)	T.C. (%)	Nombre	Biomasse (g)	Biomasse (Kg)	Aliment (kg)	Nombre de cages	1	
19	5,00	1,13	3,43	3,03	250000	1250000	1250	1416	Nombre initial d'alevins	250000	
22	9,54	1,07	3,25	3,05	232560	2218862,7	2219	2367	Nombre final de poissons	215027	
24	18,26	1,09	2,97	2,72	232177	4240130	4240	4634	Biomasse initiale (Kg)	1250	
25	33,15	1,14	2,51	2,21	231523	7675624,5	7676	8731	Biomasse finale (Kg)	87900	
24	55,10	1,20	2,08	1,73	230559	12703799	12704	15286			
22	83,67	1,29	1,63	1,26	229304	19186665	19187	24732			
19	115,42	1,38	1,19	0,86	227910	26304393	26304	36412			
17	145,18	1,47	0,91	0,62	226603	32898572	32899	48478	Bilan de production de la cage		
15	172,08	1,55	0,70	0,45	225422	38790351	38790	60289	Taux de mortalité (%)	14,0	
15	195,33	1,62	0,53	0,33	224401	43832053	43832	71183	Taille marchande (g)	408,8	
15	214,45	1,68	0,62	0,37	223561	47943418	47943	80610	Quantité totale d'aliment (Kg)	199038	
17	238,18	1,75	0,72	0,41	222519	52999004	52999	92882	Biomasse finale (Kg)	87900	
18	267,53	1,84	0,76	0,41	221230	59186257	59186	108938	Indice de conversion moyen	1,5	
22	300,67	1,94	1,04	0,54	219775	66080241	66080	128197	Taux de croissance moyen (%)	1,2	
25	349,03	2,09	1,19	0,57	217651	75966312	75966	158396	Diamètre (m)	25	29
25	408,79	2,26	1,11	0,49	215027	87900181	87900	199038	Densité d'élevage (Kg/m³)	17,9	13,3

Le bilan final de la cage est le suivant :

Tableau. 31. Bilan finale du cycle d'élevage du loup de mer

Taux de mortalité (%)	14%	
Taille marchande (g)	408,8g	
Quantité totale d'aliment (kg)	199038kg	
Biomasse finale (kg)	87 900,2 kg	
Indice de conversion moyen (IC)	1,5	
Taux de croissance moyen (%)	1,2%	
Diamètre (m)	25	29
Densité d'élevage (kg/m³)	17,9 kg/m³	13,3 kg/m³

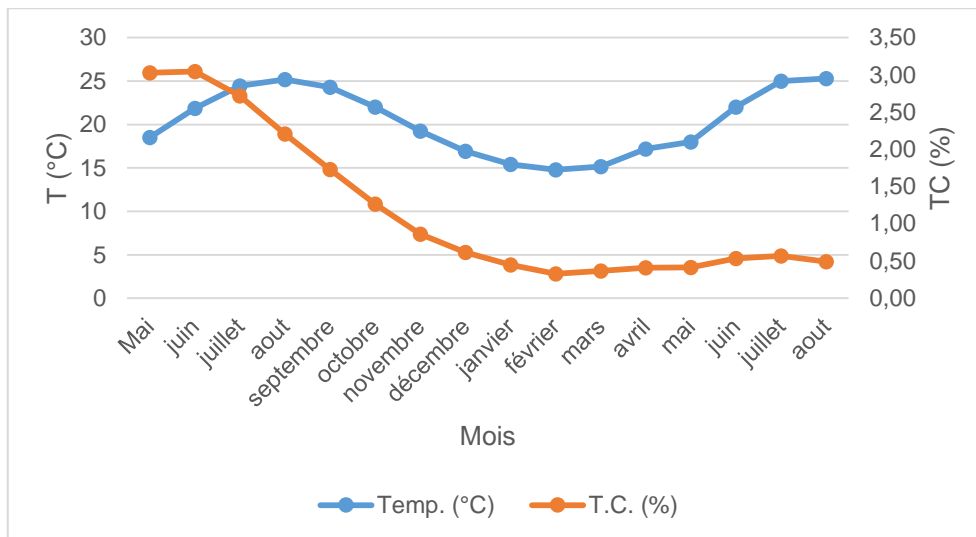


Figure. 30. Croissance de D.labrax

La figure 29 présente la croissance du loup de mer, elle atteint des optimums en mois de Mai et Juin tandis qu'elle se ralentit à des températures minimales de 15°C.

Une approche a cité une courbe de croissance théorique de *D. labrax* en 3 températures différentes (18, 23 et 28°C) d'une période allant de 0 à 51 semaines (figure 31) (FAO, 1998)

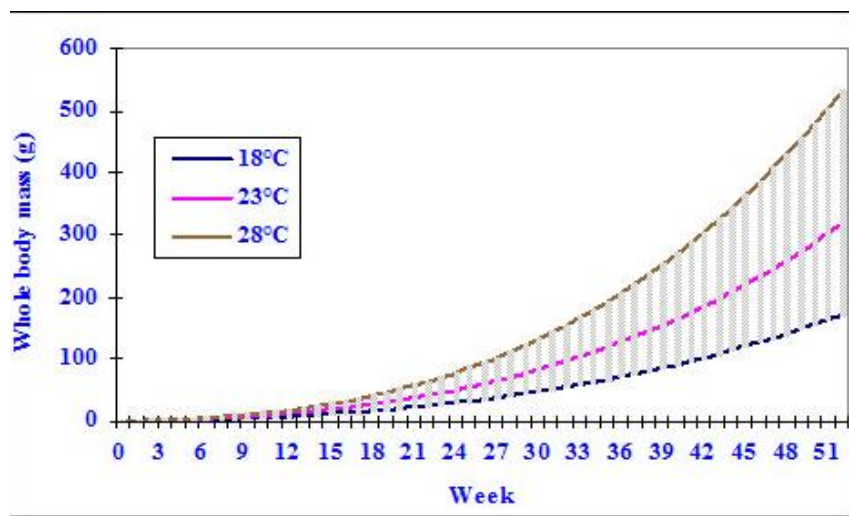


Figure. 31. Croissance théorique de D. labrax (FAO, 1998)

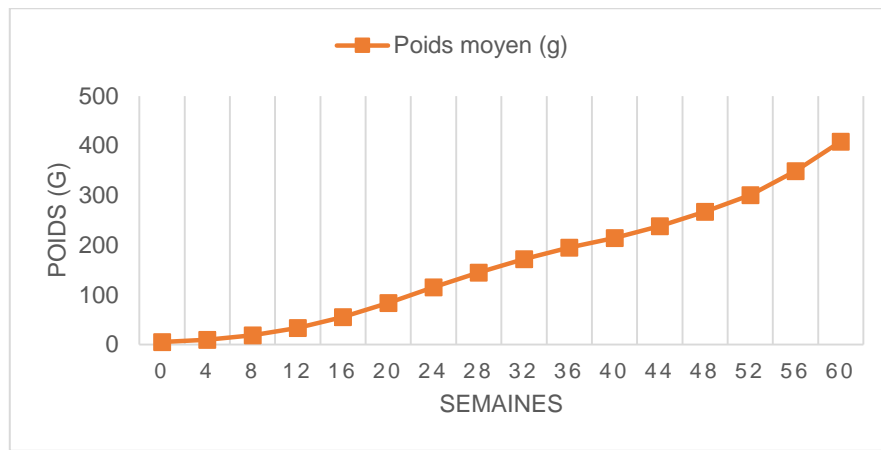


Figure. 32. Croissance de *D. labrax* dans la ferme S

Dans la figure 31, la croissance de *D. labrax* prend 48 semaines pour atteindre un poids de 120g en une température minimale de 18°C, 200g en 23°C et 400g en 28°C, alors que dans la ferme S, un poids de 270g est estimé à partir de la 48^{ème} semaine, ce qui prouve que la simulation réalisée est dans les normes.

Une autre étude plus récente qui implique la croissance du loup de mer dans des températures variantes entre 17 et 23°C (FAO, 2005) (figure 33).

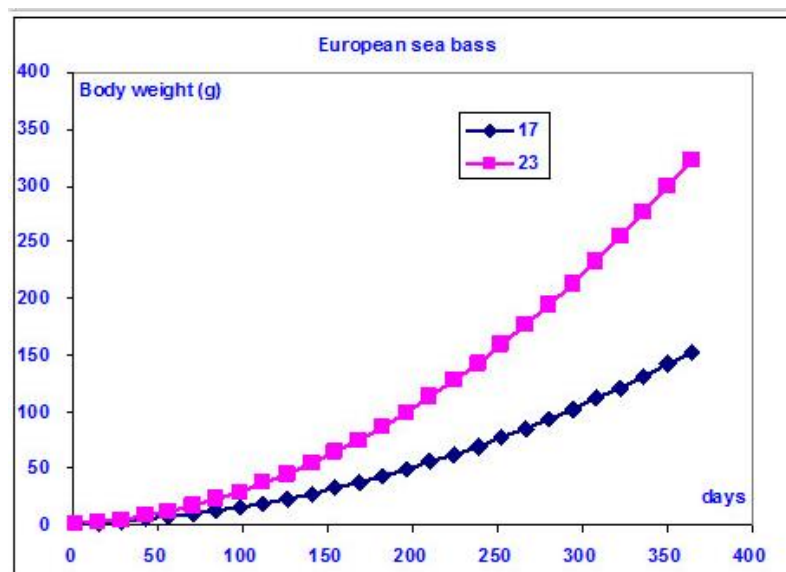


Figure. 33. Croissance théorique de *D. labrax* (FAO, 2005)

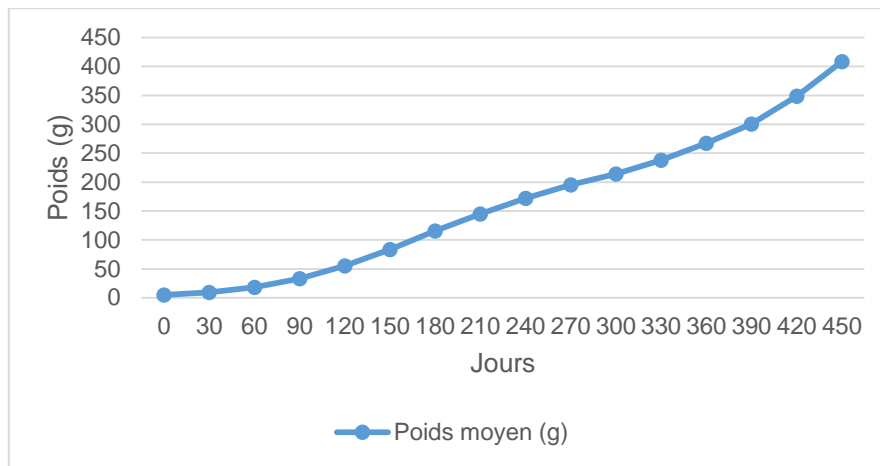


Figure. 34. Croissance de *D. labrax* dans la ferme S

Une deuxième comparaison a permis de confirmer les résultats obtenus dans la simulation de croissance du loup de mer dans la ferme S. Le poisson a atteint un poids de 280 g en une période de 360 jours (20°C) dans la ferme S alors que dans la courbe théorique le poids se borne entre 150g et 290g à des températures se limitant entre 17 et 23°C et dans une période de 350 jours. Donc la simulation réalisée est dans les normes.

III.3.1.5. Comparaison de la croissance de la daurade (ferme S)

III.3.1.5.1. Daurade et loup de mer

Le tableau 32 présente l'évolution du poids pendant tout le cycle d'élevage de la ferme réalisée(S) des deux espèces loup de mer et daurade, la même durée d'élevage et dans les mêmes conditions et la même source d'aliment. D'après ce tableau, le loup de mer a une croissance plus rapide que la daurade ce qui explique la différence entre le poids final pour chaque poisson, ceci implique que le loup de mer possède un indice de conversion plus important que la daurade.

Tableau. 32. Evolution de la croissance daurade et loup de mer

Temp. (°C)	Poids moyen (g) loup de mer	Poids moyen (g) daurade
19	5	5
22	10	8
24	18	14
25	33	25
24	55	43
22	84	67
19	115	92
17	145	115
15	172	135
15	195	151
15	214	167
17	238	183
18	268	208
22	301	236
25	349	282
25	409	343

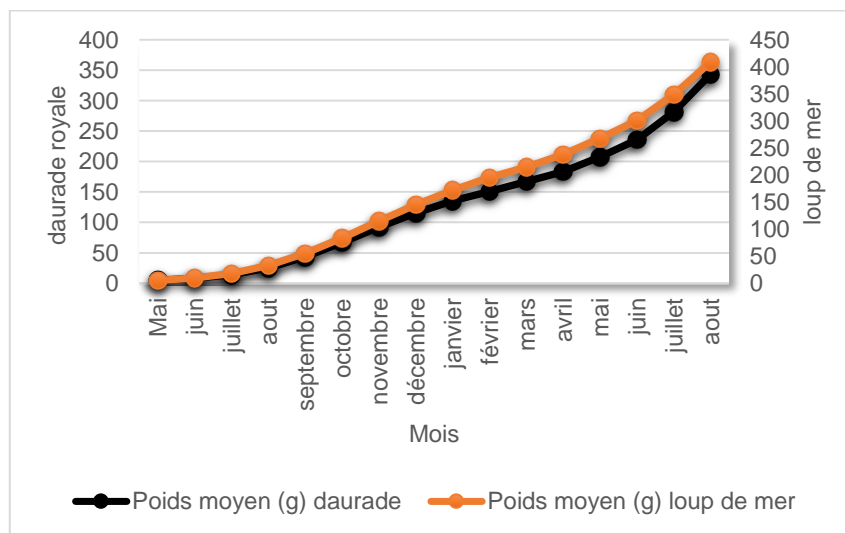


Figure. 35. Evolution de la croissance du loup de mer et de la daurade royale

CHAPITRE III.....RESULTATS

La figure 35 présente la croissance des deux poissons loup de mer et daurade durant la période d'élevage, le loup de mer a un taux de croissance plus important que la daurade ce qui explique son poids final (409g) tandis que la daurade a pu arriver à 343 g seulement.

III.3.1.5.1.1. Test ANOVA

Le test ANOVA au seuil de 0,05 a été utilisé pour vérifier si la croissance du loup est beaucoup plus rapide par rapport à celle de la daurade en fonction de la température et la quantité d'aliment distribuée. Il a indiqué qu'il existe une différence entre la croissance des deux espèces, ainsi que la moyenne du loup de mer est beaucoup plus importante, le tableau 33 et la figure 36 confirme l'avantage économique de favoriser l'élevage du loup de mer par rapport à la daurade.

Tableau 33 Résultats du test ANOVA (croissance du loup de mer et la daurade)

Source	DDL	F	Pr > F
Poids moyens	3	38537,3088	<0,0001***

P < 0,05 donc il existe une différence hautement significative

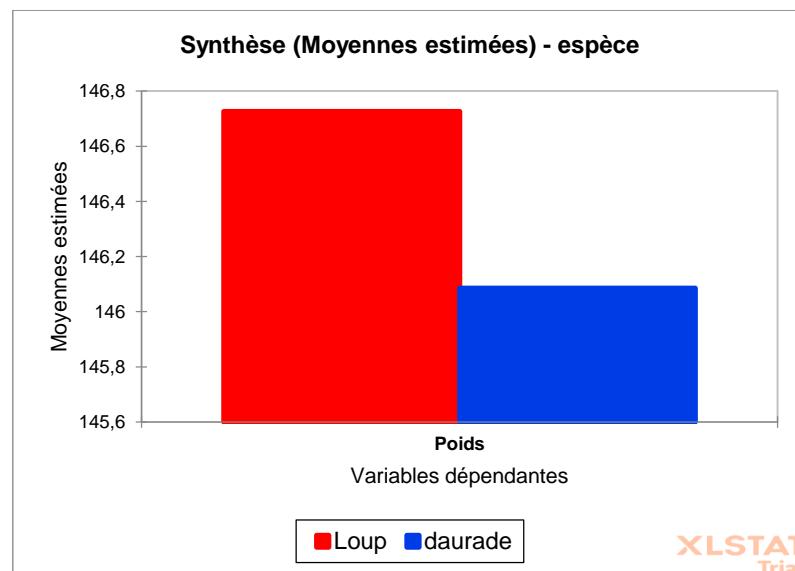


Figure. 36. Résultats du test ANOVA (croissance du loup de mer et la daurade royale)

D'après les courbes théoriques de croissance de *S. aurata* et *D. labrax*, la simulation de leurs croissances et le test ANOVA qui a indiqué qu'il existe une différence hautement significative entre l'évolution de leurs poids durant le cycle d'élevage, ces résultats ont montré que le loup de

mer a une croissance plus rapide que la daurade et ça lui permet d’être plus rentable économiquement.

Des résultats différents ont montré que la croissance de *S. aurata* est beaucoup plus rapide que celle du *D. labrax* (Atlan.O, 2018), cette différence pourrait s’expliquer par la différence dans les conditions d’élevage, la ration alimentaire ainsi que la composition de l’aliment utilisé qui pourront influencer la croissance des deux espèces.

III.3.1.5.2. Daurade de la ferme modèle FAO et daurade (S)

La ferme modèle de la FAO a été simulée par L. Gennari et V. Crespi, 2018, et pour la comparer avec celle issue de cette étude (S), un test T (Student) a été utilisé pour comparer l’évolution du poids moyen. D’après le tableau 30, le test T a indiquée qu’il n’existe pas une différence significative entre les poids moyens ($p > 0,05$) ce qui met la ferme simulée plus proche de celle de la FAO en termes d’évolution du poids.

Tableau. 34. Résultat du test T de Student (évolution du poids de la daurade dans les deux fermes)

DDL	28
p-value (bilatérale)	0,415
alpha	0,050

III.3.1.6. Analyse ACP

Pour des résultats plus fiables, la ferme (S) possède 4 cages avec un nombre initial d’alevins de 1 million.

L’analyse ACP a été utilisée pour distinguer les fermes qui se différencient des autres. Le tableau issu de la matrice de corrélation ne présente que les variables qui sont bien corrélées (annexes).

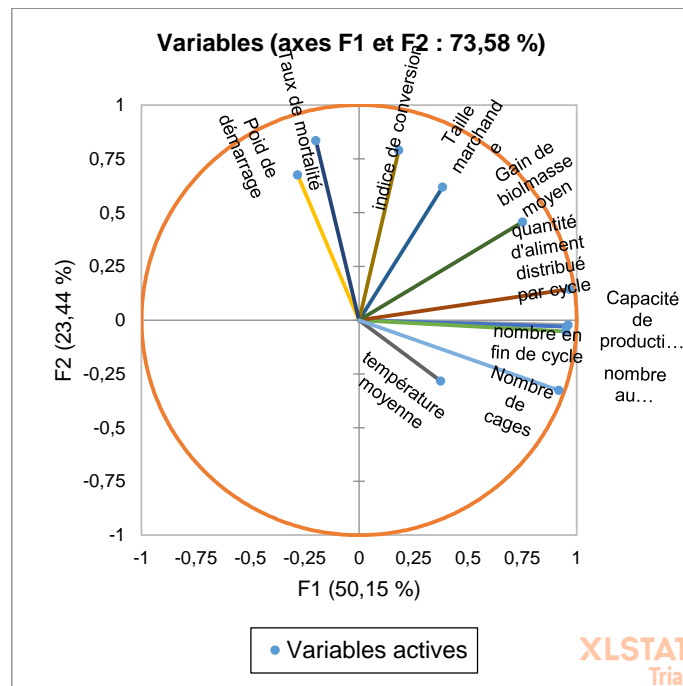


Figure. 37. Cercle des corrélations de l'analyse ACP

La figure 37 du cercle des corrélations de l'analyse ACP explique le tableau de la matrice des corrélations. L'axe F1 est lié à la quantité d'aliment distribuée (très proche de 1) qui représente 50% de la variabilité de cette analyse et l'axe F2 est clairement lié au taux de mortalité (23% de la variabilité)

Une forte corrélation (R^2 proche de 1) est observée sur l'axe F1 entre plusieurs variables tels que : capacité de production et le nombre initial d'alevins, nombre final de poissons, température moyenne, gain de biomasse moyen, alors que le poids de démarrage et le taux de mortalité sont biens corrélés sur l'axe F2 aussi (Annexes, matrice de corrélation de l'analyse ACP).

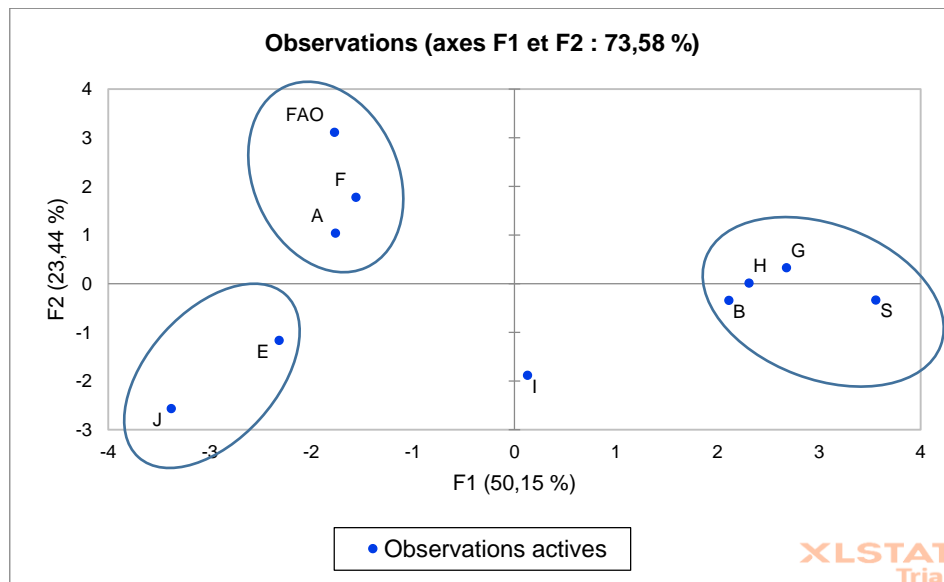


Figure. 38. Graphique de distribution des observations (fermes) (ferme S : ferme simulée)

La figure 38 présente les tendances des fermes, E et J sont assez particulières, ainsi que I qui ne partage pas des caractéristiques avec d'autres fermes. Cependant, G, H, B et la ferme S partagent des caractéristiques, elles possèdent le plus grand nombre de cages, ainsi qu'une capacité de production plus importante, nombre initial d'alevins et nombre final de poissons en fin de cycle élevés, température moyenne, gain de biomasse moyen plus grand, taille marchande plus importante, nombre de cages et quantité d'aliment distribué, tandis que la ferme modèle de la FAO et les fermes A et F ont un taux de mortalité plus élevé et un poids de démarrage plus grand.

L'analyse a permis de classer les fermes dans des groupes selon le partage des caractéristiques similaires, la ferme S (simulée) avait un bon emplacement parmi les fermes ce qui la rend une ferme performante.

Une forte corrélation entre le taux de mortalité et le poids de démarrage explique la perte remarquée dans les fermes FAO, A et F. Donc, un grand poids de démarrage indique un taux de mortalité plus élevé et ça s'est confirmé dans la simulation réalisée.

La forte corrélation entre la capacité de production et la quantité d'aliment distribué explique l'influence du rationnement sur l'évolution du poids du poisson

CONCLUSION

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail a pour objectif d'élaborer un protocole de gestion des fermes piscicoles marines en cages adapté aux conditions algériennes. Son principe est basé sur la collecte des données des fermes à partir d'un questionnaire, cela vise à traiter les données obtenues avec des outils de statistiques.

Deux fermes ont participé à cette enquête alors que le reste des données a été fourni par le bureau d'études YamAqua.

Les outils statistiques ont permis de réaliser une simulation de deux fermes piscicoles pour la production du loup de mer et de la daurade royale avec une estimation d'un taux de mortalité de 12,8% pour *S.aurata* et 14% pour *D.labrax*.

L'analyse statistique des données des fermes et des sites d'élevage a permis de :

Distinguer la différence entre les températures des différents sites et qui est le plus propice à l'élevage des poissons (daurade et loup de mer) en termes de température, et classer la cote algérienne selon la vitesse du courant. Aussi, déduire l'influence de la qualité et la quantité d'aliment sur l'indice de conversion de poissons, et estimer et comparer le potentiel et la capacité de production de la ferme selon des données statistiques de base.

La simulation de la croissance des poissons a permis de :

Savoir modéliser la croissance par des modèles mathématiques et statistiques, et estimer plusieurs facteurs qui mettent une ferme dans les normes comme la température, l'évolution du poids, la taille marchande, le taux de mortalité et autres, ainsi que comparer la croissance des poissons pour distinguer le plus rentable économiquement en termes de production, de plus classer les fermes dans des groupes selon des caractéristiques similaires.

L'étude a permis de conclure que :

- La température optimale pour la croissance de la daurade royale est 25°C,
- Le loup de mer a une croissance plus rapide ce qui le rend rentable économiquement en termes d'élevage,
- La difficulté d'avoir un indice de conversion plus petit se présente dans la qualité d'aliment, ainsi que d'autres facteurs comme l'environnement d'élevage et les techniques exercées par les éleveurs,

CONCLUSION

- La ferme S qui a été réalisée dans cette étude répond aux normes après avoir vérifié les modèles de croissance théoriques de la FAO.
- Cette étude a permis de réaliser des tables de suivi de production des fermes piscicoles marines en cages (Annexes)

En perspectives

- Il faut s'orienter à la pisciculture marine en cages puisque c'est l'activité la plus productive par rapport aux autres types d'élevage,
- Faire des suivis successifs pour collecter les données afin de se focaliser sur le bon développement de la pisciculture marine algérienne,
- Avoir une bonne collaboration entre les différents acteurs du développement de cette activité en Algérie,
- Numériser le secteur piscicole marin afin de faciliter l'accès aux données.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :

AKUAKAR. (2019). Systeme d'amarage -akuakare. In : akuakare.com [en ligne], [Consulté le 29 juillet 2020], disponible sur le web : <http://eng.akuakare.com/>.

ALTAN, O. (2020). The first comparative study on the growth performance of European seabass (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758) and gilthead seabream (*Sparus aurata*, L. 1758) commercially farmed in low salinity brackish water and earthen ponds. In : Iranian Journal of Fisheries Sciences, 1681-1689 p.

AQUALOGUE. (2008). Aqualog, [en ligne]. [Consulté le 2 mai 2020], disponible sur le web <http://www.aqualog-international.com/>].

BAGNI, M, (2005). FAO - *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), [en ligne], [Consulté le 4 mars 2020], disponible sur le web http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en].

BAHOAYILA, B. (2016). Cours de pratique des enquêtes, institut africain de la statistique. Master, Congo-Brazzaville, 20 p.

BARNABÉ, G. (1990). Aquaculture biology and ecology of cultured species. France, 500 p.

BAZIR, A. (1994). Caractéristiques de la pisciculture en cages flottantes sur deux lacs de barrage du sud du Viêt Nam. Montpellier, 117p.

BÉAREZ, P, PRUVOST, P, et al. (2017). *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) - Bar, Bar commun - Taxonomie. [en ligne], [Consulté le 9 mars 2020], disponible sur le web <https://inpn.mnhn.fr/>].

BONALDO, A, ISANI, G. (2010). Growth and feed utilisation of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed to satiation and restrictively at increasing dietary energy levels, 909-919 p.

CARDIA, F, LOVATELLI, A. (2015). Aquaculture operations in floating HDPE cages A field handbook. Italy, 149 p.

BRIGOLIN, D, PASTRES, R. (2010). Modelling the biomass yield and the impact of seabream mariculture in the Adriatic and Tyrrhenian Seas .Italy, 149-163 p.

BIBLIOGRAPHIE

- CHALABI, A. (2010).** L'Aquaculture en Algérie et son contexte maghrébin, 39 p.
- COLLOCA, F, CERASI, S. (2005).** FAO -Sparus aurata(Linnaeus, 1758). [en ligne], [Consulté le 10 mai 2020], disponible sur le web:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata_fr/].
- CORVINA, F. (2020).** Argyrosomus regius-Corvina fresca.[en ligne], [Consulté sur le 20 avril 2020], disponible sur le web:<https://www.islasur.es/corvina-fresca.html>].
- FAO. (1998).** FAO Growth. [en ligne].[Consulté le 15 septembre 2020], disponible sur le web :
<http://www.fao.org/fishery/affris/profil-des-especes/european-seabass/growth/fr/>].
- FAO. (2018).** Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO – Bilan 2008-2016.Italy, 102 p.
- FAO. (2020).** La situation mondiale des peches et de l'aquaculture.Italy, 27 p.
- FAO. (2020)a.** Species Distribution Map Viewer-Dicentrarchus labrax.[en ligne], [Consulté le 7 mai 2020] disponible sur le web : <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html>].
- FAO. (2020)b.** Species Distribution Map Viewer-Sparus Aurata. [en ligne], [Consulté le 9 mai 2020] disponible sur le web: <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/>].
- FROESE, R, PAULY, D. (2019).** <https://www.fishbase.de/summary/Argyrosomus-regius.html/>. [en ligne], [Consulté le 19 octobre 2020] disponible sur le web:
<https://www.fishbase.de/summary/Argyrosomus-regius.html/>].
- JIMÉNEZ, M, PASTOR, E. (2005).** Revisión del cultivo de esciéndidos en el mundo, con especial atención a la corvina Argyrosomus regius (Asso, 1801).Espagne,169-175 p.
- KARAKASSIS, I, PITTA, P. (2005).** Contribution of fish farming to the nutrient loading of the Mediterranean.Scientia Marina, 313-321 p.
- KRUŽIĆ, N, MUSTAĆ, B. (2016).** Meagre (Argyrosomus regius Asso, 1801) aquaculture in Croatia. Croatia, 14-19 p.
- LAGUNAPROJECT. (2017)a.** Dicentrarchus labrax - Laguna Project. [en ligne]. [Consulté sur le web: <http://www.lagunaproject.it/2017/05/10/dicentrarchus-labrax/>].

BIBLIOGRAPHIE

LAGUNAPROJECT. (2017)b. Sparus aurata -lagunaproject. In : lagunaproject.it [en ligne], [Consulté le 8 octobre] disponible sur le web: <http://www.lagunaproject.it/2017/06/27/sparus-aurata/>].

LAKHDAR, R, BELHADJ,M. (2007). Situation actuelle de l'aquaculture en Algérie.mémoire d'ingénieur.Aquaculture.Alger:Dely Brahim. ISMAL, 63 p.

LINNAEUS, C. (1758). Sparus aurata Linnaeus, 1758 - Dorade royale - Taxonomie. [en ligne], [Consulté le 13 mars 2020] disponible sur le web: <https://inpn.mnhn.fr/espece/>].

LUPATSH. (2005). Growth.[en ligne]. [Consulté le 6 octobre 2020] disponible sur le web: <http://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/gilthead-seabream/growth/en/>].

MALCOLM, C, BEVERIDGE. (1996). Cage Aquaculture Third Edition.India,360 p.

MARTÍNEZ-LLORENS, S, ESPERT. (2011). Growth and nutrient efficiency of meagre (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) fed extruded diets with different protein and lipid levels,195-203 p.

MONFORT, M.C. (2010). Present market situation and prospects of meagre (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture [en ligne], [Consulté le 17 novembre 2020] disponible sur le web: <http://www.fao.org/documents/card/>].

NELSON-SMITH, T, HAYWARD, P. (2014). *Argyrosomus regius* (Asso, 1801) - Maigre, Maigre commun - Taxonomie. [en ligne]. [Consulté le 22 septembre 2020] disponible sur le web: https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/69696/tab/taxo].

OFFICIEL Journal. (2018). FAO. [en ligne], [Consulté le 4 novembre 2020] disponible sur le web: <http://www.fao.org/faolex/results>].

PICCOLOTTI, F. (2014). Pisciculture en cage à petite échelle, 62 p.

STIPA, P, ANGELINI, M. (2005). FAO-*Argyrosomus regius* (Linnaeus, 1758).[en ligne], [Consulté le 21 juin 2020] disponible sur le web http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Argyrosomus_regius/].

UICN. (2007). Guide pour le développement durable de l'aquaculture méditerranéenne. Interactions entre l'aquaculture et l'environnement. Espagne,110 p.

BIBLIOGRAPHIE

UICN. (2009). Guide pour le développement durable de l'aquaculture méditerranéenne 2.
Aquaculture: Sélection et Gestion des Sites.Espagne, 78 p.

Annexes

ANNEXES

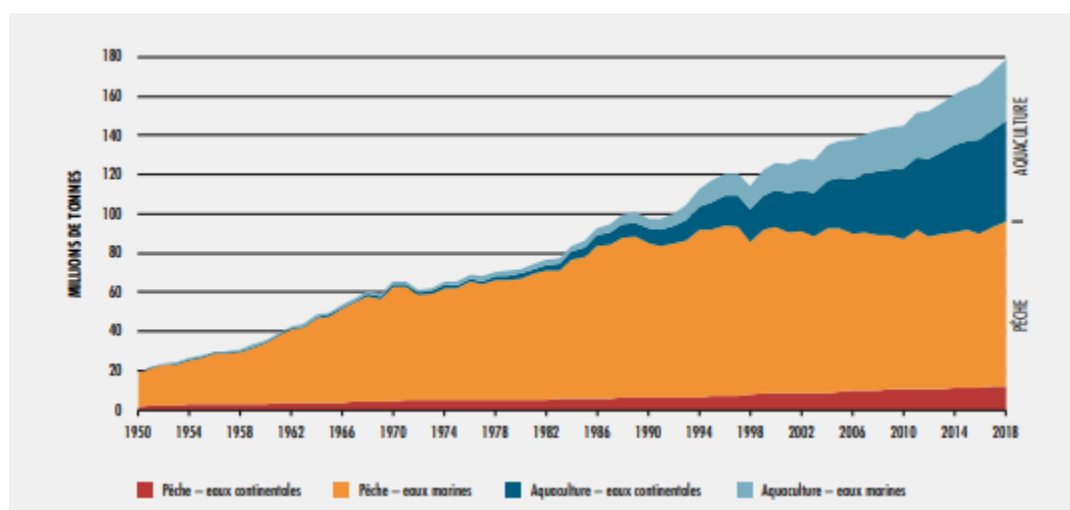


Figure. 1. Production halieutique et aquacole mondiale

	1986–1995	1996–2005	2006–2015	2016	2017	2018
	Moyenne par an					
	<i>(en millions de tonnes, poids vif)</i>					
Production						
Pêche:						
Continentale	6,4	8,3	10,6	11,4	11,9	12,0
Marine	80,5	83,0	79,3	78,3	81,2	84,4
Total – pêche	86,9	91,4	89,8	89,6	93,1	96,4
Aquaculture						
Continentale	8,6	19,8	36,8	48,0	49,6	51,3
Marine	6,3	14,4	22,8	28,5	30,0	30,8
Total – aquaculture	14,9	34,2	59,7	76,5	79,5	82,1
Total – pêche et aquaculture au niveau mondial	101,8	125,6	149,5	166,1	172,7	178,5

Figure. 2. Production moyenne par an

ANNEXES

Tableau. 1. Classification des sites proposée par la FAO en 2009

Caractéristiques	Zones côtières	Au large des côtes	offshore
Localisation /hydrographie	< 500 m De la cote	0.5-3km de la cote	> 2 Km de la côte, généralement à l'intérieur des zones du plateau continental
Environnement	Hs généralement <1m Zone de formation de houle moindre (fetch) Eventuellement de forts mouvements de marée	Hs \leq 3-4 m les courants côtiers localisés et certains courants de marée	Hs 5 m ou plus, régulièrement 2-3m, houles océaniques de périodes de vent variables Effet courant éventuellement moins localisé
Accès	100% accessible Atterrissage possible à tout moment	> 90% accessible au moins une fois par jour Atterrissage généralement possible	Généralement >80% d'accessibilité, l'atterrissage peut être possible, de manière périodique, par exemple tous les 3 à 10 jours
Exploitation	Participation régulière et manuelle, alimentation, suivi, etc.	Exemple l'alimentation, la surveillance	Surveillance à distance, fonctionnement du système

ANNEXES

Tableau.2. Sensibilité des espèces et habitats clés à la pression de l'aquaculture

Habitat / Espèces	Catégories de pression													
	Étouffement		Changement biogéochimique		Changement dans les processus côtiers	Impacts des infrastructures	Modification visuelle des paysages terrestres/marins	Perturbation	Contrôle des prédateurs	Utilisation chimique	Transmission de pathogènes	Croisement avec des organismes sauvages	Introduction d'espèces étrangères	Pressions indirectes sur l'écosystème
	Étouffement	Turbidité	Oxygène dissous	Nutriments										
Communautés des dunes sableuses														
Communautés des galets											?			
Cétacés														
Pinnipèdes														
Loutres														
Poissons														
Oiseaux														

ANNEXES

Habitat / Espèces	Catégories de pression													
	Étouffement		Changement biogéochimique		Changement dans les processus côtiers	Impacts des infrastructures	Modification visuelle des paysages terrestres/marins	Perturbation	Contrôle des prédateurs	Utilisation chimique	Transmission de pathogènes	Croisement avec des organismes sauvages	Introduction d'espèces étrangères	Pressions indirectes sur l'écosystème
	Étouffement	Turbidité	Oxygène dissous	Nutriments										
Communautés des dunes sableuses														
Communautés des galets											?			
Cétacés														
Pinnipèdes														
Loutres														
Poissons														
Oiseaux														

Enquête sur la situation actuelle de la production piscicole en cages marines

Cette enquête vise à collecter les données des fermes piscicoles marines en cages dans le but d'améliorer leur rentabilité et assurer leur pérennité par un protocole de gestion adapté aux conditions algériennes. Toutes les données recueillies restent **confidentielles** et seront traitées de manière **anonyme**.

Un rapport sera édité et communiqué par la suite avec les différentes fermes ayant participé à cette enquête.

Note : veuillez répondre à ce questionnaire par rapport à votre dernier cycle de production

يهدف هذا المسح إلى جمع البيانات من مزارع الأسماك البحرية في أقفاص من أجل تحسين ربحيتها وضمان استدامتها من خلال بروتوكول إدارة يتكيف مع الظروف الجزائرية. تظل جميع البيانات التي تم جمعها سرية وسيتم التعامل معها بشكل مجهول.

سيتم تحرير تقرير وإرساله لاحقًا إلى المزارع المختلفة التي شاركت في هذا المسح.
ملاحظة: يرجى الإجابة على هذا الاستبيان فيما يتعلق بأخر دورة إنتاج إن أمكن.

Cordonnées de la ferme :	
	Wilaya <input style="width: 80%;" type="text"/>
	Raison social <input style="width: 80%;" type="text"/>
	Gérant : <input style="width: 80%;" type="text"/>
	E-mail / Téléphone <input style="width: 80%;" type="text"/>
Informations techniques :	Capacité de production (Tonnes/cycle) <input style="width: 80%;" type="text"/>
	Espèces d'élevage : loup <input type="checkbox"/> daurade <input type="checkbox"/> maigre <input type="checkbox"/>
Localisation :	<input style="width: 80%;" type="text"/>
Superficie :	En mer <input type="checkbox"/> A terre (si disponible) <input type="checkbox"/>
Distance par rapport au port :	<input style="width: 80%;" type="text"/>

Page 1 sur 8

Figure. 3. Questionnaire page de garde

ANNEXES

Ressources humaines

1. Nombre de salariés au sein de l'entreprise:

2. Tableau 1 : Différentes fonctions présentes sur le site

Fonctions	Effectif
Gérant	<input type="text"/>
Administrateur	<input type="text"/>
Ingénieur	<input type="text"/>
Comptable	<input type="text"/>
Technicien	<input type="text"/>
Plongeur	<input type="text"/>
Gardien	<input type="text"/>
Patron du bateau	<input type="text"/>
Agent polyvalent	<input type="text"/>
Autre (à mentionner)	<input type="text"/>

Gestion du site

1. Avez-vous rencontré des contraintes causés par l'environnement ?

Oui Non

Si oui, Quel type d'obstacle (Tableau2 : Contraintes causées par l'environnement)

Climatique <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Houle <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	courant <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	vent <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Fonds marin <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Citez le facteur <input type="text"/>		

Page 2 sur 8

Figure. 4. Partie ressource humaine et gestion du site

Gestion d'aliment et l'alimentation

1. Tableau 2 : Stockage d'aliment

Capacité maximale de stockage d'aliment (kg)	Température moyenne de stockage (T°C)	Durée moyenne de stockage (mois)
[]	[]	[]

2. Avez-vous rencontré une contamination de votre aliment ? Oui Non .
 Si Oui, quel type de contamination ? Physique Microbiologique .

3. Tableau 3 : Informations d'achat d'aliment

Marque d'aliment	Quantité alimentée par cycle (Kg)	Nombre d'achats par cycle (exemple : 2fois/cycle)
Bioma <input type="checkbox"/>		
Naturalleva <input type="checkbox"/>		
Skretting <input type="checkbox"/>	[]	[]
Autres (à mentionner) []		

4. Modalité d'alimentation : Manuelle Semi-automatique

Page 3 sur 8

Figure. 5. Partie gestion de l'aliment et de l'alimentation

Gestion d'aliment et alimentation (Suite)

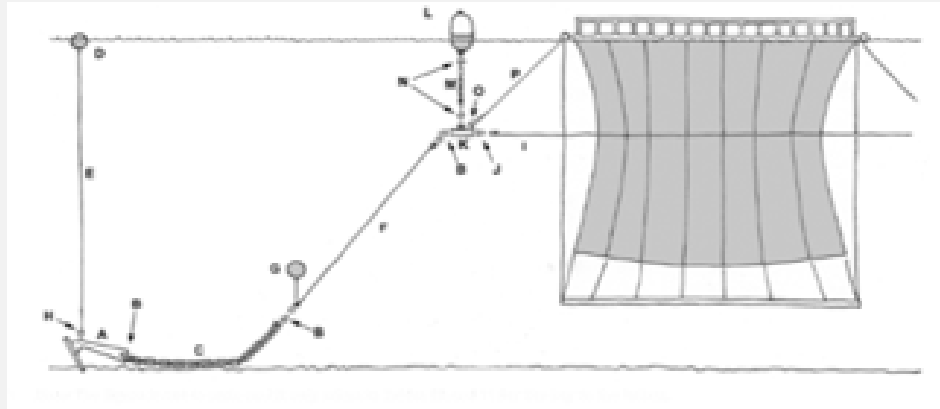
5. Tableau 4 : Alimentation

Poids(g)	Quantité d'aliment importée (kg)	Cages											
		D= daurade :	1	2	3	4	5	6	7	8			
		L= Loup de mer :											
Daurade : 4-10 g	0	Aliment distribué/ jour (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loup de mer : 3.5 -9 g		Nombre de distributions/jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daurade : 9-18 g	0	Aliment distribué/ jour (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loup de mer : 8 -18 g		Nombre de distributions/jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daurade et loup de mer : 15-70 g	0	Aliment distribué/ jour (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nombre de distributions/jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daurade et loup de mer : 70-220 g	0	Aliment distribué/ jour (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nombre de distributions/jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daurade et loup de mer : 220-500 g	0	Aliment distribué/ jour (kg)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nombre de distributions/jour	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indice de conversion		0											
Taux de mortalité		0											

Figure. 6. Partie gestion de l'aliment et de l'alimentation

Gestion technique (suite)

7. Tableau 7 : Entretien des composantes du réticule



Désignation (Utilisez le schéma pour localiser l'équipement endommagé)	Fréquence	Numéro de cage en cas de problème
A (Ancre) (ou bien cas de corps morts)	□	□
B (Manille)	□	□
C (Chaîne de fond)	□	□
D (Bouée de repérage d'ancre)	□	□
E (Ligne de repère d'ancrage)	□	□
F (Câble d'amarrage)	□	□
G (Bouée en eau profonde)	□	□
H (Manille)	□	□
I (Corde de quadrillage)	□	□
J (Manille)	□	□
K (Plaques d'angle ou arceau)	□	□
L (Bouée d'amarrage)	□	□
M (Chaîne de bouées)	□	□
N (Manille)	□	□
O (Manille)	□	□
P (hride)	□	□
Autres : [.....] [.....] [.....]	□	□

Figure. 7. Partie gestion technique

Gestion de la pêche et du stock

1. Disponibilité de catamaran au sein de l'entreprise ? Oui Non .

2. Nombre totale de main d'œuvres pendant la pêche :

3. Tableau 9 : Equipements de stockage et conditionnement

Equipement	Présence	Absence
Bacs isothermes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fabrique à glace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chambre froide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres		
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		
<input type="text"/>		

4. Tableau 10 : conditions de stockage de poissons

Température moyenne de stockage	Durée moyenne de stockage
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Avez-vous rencontré une contamination de votre produit ?
 Oui Non

6. Taille marchande (g) :

Page 7 sur 8

Figure. 8. Partie gestion des stocks et de la pêche

ANNEXES

Gestion sanitaire

1. Tableau 11 : Période de l'année de propagation de maladies (hiver, printemps, été, automne)

Maladie	Bactériose	Virose	Mycose	Parasitose	D'ordre nutritionnel	D'ordre environnemental	Indéterminé
Période de propagation	0	0	0	0	0	0	0

Tableau 12 : Traitement de maladies

Maladie (citez le nom de maladie)	Traitement utilisé	Dose de traitement	Voie d'administration
Bactériose [.....]	0	0	0
Virose [.....]	0	0	0
Mycose [.....]	0	0	0
Parasitose [.....]	0	0	0
D'ordre nutritionnel [.....]	0	0	0
D'ordre environnemental [.....]	0	0	0
Indéterminée	0	0	0

Figure. 9. Partie gestion sanitaire

Autres

3. Comment voyez-vous l'évolution de votre secteur d'activité ?

Pas du tout satisfait Satisfait

Moyennement satisfait Très satisfait

4. Quelles ont été vos principales sources d'aide financières ?

5. Autres remarques :

Page 8 sur 8

Figure. 12. Dernière partie du questionnaire

ANNEXES

Tableau. 4. Suivi de production

Empoissonnement de cages	
Volume de cage (m ³)	
Densité finale (kg/ m ³)	
Taille marchande (Kg)	
Taux de mortalité (%)	
Potentiel de production (Volume*densité) (kg)	
Nombre de poisson fin de cycle (potentiel* taille marchande)	
Paramètres zootechniques	
Biomasse (poids moyen*N de poissons) (kg)	
Volume d'élevage (capacité de charge de cage) (m ³)	
Densité d'élevage (biomasse/volume disponible) (kg/ m ³)	
Taux de mortalités (%)	
Potentiel de production (densité*volume) (kg)	
Dimensions et production en cages de type PEHD	
Dimensions de la cage	Diamètre inférieure circonférence
Dimensions du filet	Surface Hauteur
Calcul du volume d'élevage disponible	
Surface du filet x hauteur du filet	
Calcul de la possible production	
Densité finale x volume d'élevage	

Fiche d'empoissonnement de la ferme						
Cage	Date alevinage	Origine des alevins	Etat des alevins	Poids démarrage	Nombre initial	Biomasse initiale
1						
2						

Phase	Taille (cm)	Poids (g)	Maille (mm)

ANNEXES

Figure.7. fiche de gestion de l'installation

Fiche de contrôle de structure d'élevage				
Date	Opérateur			Météo :
				Force et provenance du vent Force et provenance du courant
Cage n°	Contrôlé	Conforme	Non conforme	Notes/ non-conformité et actions menées
Ligature mains-courantes				
Cordes filets-cages				
flotteurs				
Cordes mouillage cages				
filets				
lests				
mortalité				
Notes				
Remarques				
Evènements particuliers				
Problèmes rencontrés				