

République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان  
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN  
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers  
Département d'Ecologie et environnement



# MÉMOIRE

Présenté par

**Mlle. GUILAL Asma**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

**En ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT**

**Spécialité : TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENTALE**

## Thème

Recherche des métaux lourds chez la dorade royale d'élevage  
provenant du littoral de HONAINE (wilaya de Tlemcen)

Soutenu le 26/06/2023, devant le jury composé de :

Président	M. HASSANI Faïçal	Professeur	Université de Tlemcen
Encadrant	Mme. BENGUEDDA Wacila	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	M. BENDIMERAD Mohammed Amine	MCA	Université de Tlemcen



---

## Dedicace

Avec tous les sentiments de respect et d'expression de toute ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail :

A ceux qui m'ont donnée la vie, à mes très chers parents :

**À ma très chère mère,**

mon paradis, à la prunelle de mes yeux, source de ma joie et du bonheur, à ma lune et au fil d'espoir qui éclaire mon chemin, à ma moitié et à ma reine.

**À mon très cher père,**

celui qui m'a fait une femme forte, à la source de ma vie, l'homme qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir, à mon roi. *« Que Dieu vous garde »*

**À ma sœur Rima,**

celui qui n'a jamais cessé de me conseiller, de m'aider, de m'encourager et de me soutenir tout au long de mon parcours universitaire.

**À ma sœur Chaimaa,**

celui qui m'a encouragé moralement toute la période de mes études. À sa petite famille, en particulier son fils, le prince Mazen.

**À ma sœur Douaa,**

pour l'amour qu'elle me donne, et son sourire permanent à tout moment.

**À mon adorable frère Ahmed Yacine,**

qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

**À ma très chère amie Inès,**

je n'oublie jamais tous les jours merveilleux que nous avons passés ensemble.

À tout la promotion de Toxicologie industrielle et environnemental 2023.

À tous ceux qui me sont chères.

À tous ceux qui m'aiment.

À tous ceux que j'aime.

# Remerciement

Avant tout, je remercie **ALLAH** de m'avoir donné la santé, le courage, la volonté et la patience, ainsi que la confiance en moi durant ces longues années d'études et la capacité de mener à bien ce travail de recherche.

Je tiens tout d'abord à remercier vivement **Mme. BENGUEDDA Wacila**, qui a accepté de superviser et de diriger ce travail pour moi. Je vous remercie pour la confiance que vous m'avez témoignée tout au long de ce travail, pour votre contribution et votre évaluation de ce mémoire, ainsi que pour votre soutien moral et votre orientation.

J'exprime également ma gratitude aux membres du jury **M. HASSANI Faical** et **M. BENDIMERAD Mohammed Amine** pour avoir accepté de juger ce travail : un grand honneur pour moi.

Mes vifs remerciements s'adressent, en particulier, à ma sœur **Dr. GUILAL Rima**, qui m'a aidé dans les recherches et la rédaction de ce mémoire de fin d'étude, et pour son soutien durant mon cursus universitaire, pour leur disponibilité et leur précieux conseil.

Je tiens également à remercier les ingénieurs du **laboratoire « Valorisation de l'action de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique »**, pour leur gentillesse, leur aide et leur disponibilité.

Mes remerciements vont aussi à toute l'équipe du service laboratoire de l'usine **Alzinc, Ghazaouet**, pour m'avoir accueilli et m'avoir permis d'effectuer les analyses de métaux lourds au sein d'usine.

Un grand merci à **M. RAMDANI Nabil** de m'avoir accordé d'effectuer un stage au sein de son entreprise "**Sarl Rckh fish**", une visite sur le terrain dans ses fermes aquacoles et aussi pour m'avoir facilité le processus de collecte d'échantillons.

Je remercie Monsieur le directeur d'Attachement de la pêche maritime et de l'aquaculture au niveau de la Daïra de Honaine, pour me diriger et pour toute l'aide qu'il m'a apportée. Enfin, mes remerciements vont également à tous ceux qui ont participé plus ou moins indirectement au bon déroulement de ce travail de recherche.



## ملخص

التلوث هو المشكلة الأكثر إثارة للقلق في تدهور البيئة البحرية. تتمثل دراستنا في تقييم نسبة التلوث لأربعة معادن ثقيلة (الزنك، الحديد، الكاديوم والرصاص) في عضوين (شرايح وخياشيم) من سمك الدنيس تمت تربيتها في إحدى مزارع تربية الأحياء المائية في هنين بولاية تلمسان. تم توزيع فترة أخذ العينات على 3 أشهر (مارس، أبريل، مايو). تم إجراء التحاليل بواسطة مطياف الامتصاص الذري للهب في مصنع الزنك في الغزوات. النتائج التي تم الحصول عليها لم تظهر أي تلوث معدني ملحوظ مقارنة بالجرعات القصوى المسموح بها. كانت مستويات التلوث بالرصاص والكاديوم شبه معدومة، بينما كانت مستويات الزنك والحديد مرتفعة قليلاً. بالنسبة للأعضاء المدروسة، وجدت أعلى القيم في الخياشيم.

**الكلمات المفتاحية:** المعادن الثقيلة، سباروس أوراتا، التلوث، تربية الأحياء المائية.

## Résumé

La pollution est le problème le plus préoccupant dans la dégradation de l'environnement marin. Notre étude consiste à évaluer la contamination par quatre métaux lourds (zinc, fer, cadmium et plomb) dans deux organes (filets et branchies) de *Sparus aurata* élevées dans la ferme aquacole « Sarl Rckh fish » à Honaine, wilaya de Tlemcen. La période d'échantillonnage s'est étalée sur 3 mois (Mars, Avril, Mai). Les analyses ont été effectuées par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme au niveau de l'usine ALZINC de Ghazaouat. Les résultats obtenus n'ont pas montré de contamination métallique significative par rapport aux Doses Maximales Admissibles. Les niveaux de contamination par le plomb et le cadmium étaient presque inexistants, tandis que les niveaux de zinc et de fer étaient légèrement élevés. Pour les organes étudiés, les valeurs les plus élevées ont été trouvées dans les branchies.

**Mots Clés :** Métaux lourds, *Sparus aurata*, pollution, élevage aquacole.

## Abstract

Pollution is the most worrying problem in the degradation of the marine environment. Our study consists of assessing contamination by four heavy metals (zinc, iron, cadmium and lead) in two organs (fillets and gills) of *Sparus aurata* reared at the "Sarl Rckh fish" aquaculture farm in Honaine, wilaya of Tlemcen. The sampling period was spread over 3 months (March, April, May). Analyses were carried out by flame atomic absorption spectrophotometry at ALZINC's Ghazaouat plant. The obtained results showed no significant metal contamination in relation to the maximum permissible doses. "Lead" and "Cadmium" levels were low, while "Zinc" and "Iron" levels were high. For the organs studied, the highest values were found in the gills.

**Keywords:** heavy metals, pollution, sea bream, aquaculture.

# Table des matières

<b>Liste des figures</b>	<b>i</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>ii</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Aquaculture</b>	<b>4</b>
1.1 Introduction . . . . .	4
1.2 Définition d'aquaculture . . . . .	4
1.3 Histoire de l'aquaculture . . . . .	5
1.4 Objectif d'aquaculture . . . . .	6
1.5 Les avantages et inconvénients de l'aquaculture . . . . .	7
1.6 Production de l'aquaculture . . . . .	7
1.6.1 Production aquacole en Algérie . . . . .	8
1.7 L'aquaculture marine dans l'ouest algérien . . . . .	10
<b>2 Description du matériel biologique</b>	<b>12</b>
2.1 Introduction . . . . .	12
2.2 Systématique . . . . .	12
2.3 Les types de dorade en niveau mondiale . . . . .	14
2.4 Méthodes de différenciation entre dorade royale sauvage/élevage . . . . .	14
2.5 Les caractéristiques de la dorade royale d'élevage . . . . .	16
2.5.1 les caractéristiques générales . . . . .	16
2.5.2 les caractéristiques alimentaires . . . . .	16
2.6 Morphologie . . . . .	17
2.7 Habitat . . . . .	18
2.8 Régime alimentaire . . . . .	19
2.9 Croissance . . . . .	20
2.10 Reproduction . . . . .	21

2.10.1	période de ponte . . . . .	22
2.11	Les techniques d'élevage de dorade royale . . . . .	22
2.11.1	Système extensif . . . . .	22
2.11.2	Système semi-intensif . . . . .	23
2.11.3	Système intensif . . . . .	23
2.12	La production mondiale de la dorade royale . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Présentation et description de la zone d'étude</b>	<b>27</b>
3.1	Choix de la station d'étude (Honaine) . . . . .	27
3.1.1	Localisation géographique . . . . .	27
3.1.2	Géomorphologie . . . . .	28
3.1.3	Géologie . . . . .	28
3.1.4	Climatologie . . . . .	28
3.1.5	Hydrologie . . . . .	28
3.1.6	Aquaculture à Honaine . . . . .	30
3.2	Etude technique de la ferme aquacole Sarl RCKH fish . . . . .	30
3.2.1	choix et description du site de la ferme . . . . .	30
3.2.2	Infrastructure . . . . .	31
3.2.3	Cages flottantes . . . . .	31
3.2.4	l'amarrage des cages . . . . .	32
3.2.5	filets . . . . .	32
3.2.6	Hangar de stockage . . . . .	33
3.2.7	Personnel de la ferme . . . . .	34
3.2.8	Objectif de production . . . . .	34
3.2.9	Approvisionnement en juvéniles . . . . .	34
3.2.10	L'alimentation . . . . .	34
3.2.11	Contrôle de l'élevage . . . . .	36
3.2.12	suivi la croissance . . . . .	36
3.2.13	suivi la mortalité . . . . .	36
<b>4</b>	<b>Matériel et méthodes</b>	<b>37</b>
4.1	Echantillonnage . . . . .	37
4.1.1	Le choix du matériel biologique . . . . .	37
4.1.2	Le Choix des contaminants . . . . .	37
4.1.3	Prélèvement d'échantillon . . . . .	38
4.2	Travail au laboratoire . . . . .	39
4.2.1	Matériel utilisé . . . . .	39

4.2.2	Protocole complet de la minéralisation . . . . .	39
4.2.3	Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique . . . . .	43
<b>5</b>	<b>Résultats et discussion</b>	<b>44</b>
5.1	Résultats . . . . .	44
5.2	Analyse des teneurs métalliques et interprétation des résultats . . . . .	46
5.3	Evolution des teneurs métalliques dans les filets et les branchies . . . . .	47
5.4	Comparaison entre les métaux dans les deux organes . . . . .	47
5.5	Comparaison entre les métaux dans le temps . . . . .	48
5.6	Comparaison des résultats avec la littérature . . . . .	49
	<b>Conclusion Générale</b>	<b>51</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>53</b>

# Liste des figures

1.1	production d'aquaculture mondiale 1991-2020 [FAO, 2022]	8
1.2	Production aquacole en Algérie 1960-2020 [Web1, 2022]	9
1.3	La production aquacole en Algérie par wilaya ( [ONS, 2020])	10
2.1	Les types de dorade en niveau mondiale [Adama, 2020]	14
2.2	Dorade royale sauvage [Alasalvar et al., 2002]	15
2.3	Dorade royale d'élevage intensif [Zaragozá et al., 2013]	15
2.4	schéma de la morphologie de la dorade [Nemous and Nechniche, 2022]	18
2.5	les régions d'habitat de dorade royale [Yuhei et al., 2020]	19
2.6	croissance et maturité de la dorade royale [Web3, 2018]	20
2.7	Cycle de reproduction de la dorade royale [FAO, 2009]	21
2.8	Schéma de la structure d'élevage extensive [Person-Le et al., 1980]	24
2.9	Production mondiale de dorade royale d'élevage [FAO, 2020]	25
3.1	Littorale de Honaine (photo original, 2023)	29
3.2	les 4 cages flottantes (photo original, 2023)	32
3.3	L'hangar de stockage (photo original, 2023)	33
3.4	Cano d'alimentation (photo original 2023)	35
3.5	l'aliment de dorade royale (photo original 2023)	35
4.1	Dorade royale de ferme Sarl Rckh fish (photo original, 2023)	37
4.2	Conservation les poissons au congélateur (photo original, 2023)	38
4.3	Protocole expérimentale adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche	39
4.4	Filtration (photo original 2023)	42
5.1	Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Mars)	45
5.2	Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Avril)	45
5.3	Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Mai)	45

# Liste des tableaux

1.1	Histoire de l'aquaculture [ <a href="#">Maouedj and Khaldi, 2015</a> ] . . . . .	6
1.2	Les années avec les valeurs de production les plus élevées en Algérie [ <a href="#">Web1, 2022</a> ] . . . . .	10
2.1	Systématique de <i>Sparus aurata</i> [ <a href="#">Lamare et al., 2021</a> ] . . . . .	13
2.2	Quantité alimentaire chez la dorade royale [ <a href="#">mpeche, 2022</a> ] . . . . .	17
2.3	période de ponte chez <i>Sparus aurata</i> dans différents secteurs de la méditerranée [ <a href="#">Taieb et al., 2010</a> ] . . . . .	22
3.1	Les fermes aquacoles à Honaine (source : Attachement de la pêche maritime et de l'aquaculture - Daïra de Honaine) . . . . .	30
4.1	Mensurations de 30 individus de dorade royale . . . . .	41
5.1	Les doses maximales admissibles (D.M.A) en mg/kg des métaux lourds chez les poissons en poids sec [ <a href="#">IAEA, 2003</a> ] . . . . .	44
5.2	concentrations moyennes des métaux (Zn, Fe, Cd, Pd) durant les trois mois (Mars / Avril/Mai) exprimées en mg/kg de P.S . . . . .	48
5.3	Concentrations des éléments métalliques (mg/kg) dans les organes de <i>Sparus aurata</i> et d'autres espèces similaires (Sauvages) de différentes régions, en P.S . . . . .	50

# Abréviations

FAO	:	Food agriculture organization.
PCP	:	Politique commune de la pêche.
MT	:	Millions de tonnes.
ONS	:	Organisation national des statistiques.
EPA	:	Acide eicosapentiénoïque.
DHA	:	Acide docosahexaénoïque.
SAAF	:	Spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme.
ETM	:	Eléments traces métalliques.
DMA	:	Dose maximale admissible.
IAEA	:	International atomic energy agency.
Pt	:	Poids total.
Lt	:	Longueur totale.
PS	:	Poids sec.
PF	:	Poids frais.

# Introduction Générale

Le terme pollution est défini comme une dégradation d'un écosystème à cause d'une introduction de matières nocives dans l'environnement. Ces matières nocives peuvent être naturelles, comme les cendres volcaniques, ou bien générées par l'activité humaine, comme les déchets ou des rejets d'usine. La pollution est classée selon trois critères : *écologique* (selon le milieu), *toxicologique* (la voie de contamination), et *la nature de l'agent polluant* (physique, chimique, biologique). La pollution entraîne des modifications des flux d'énergie, des niveaux de radiation et de la composition physico-chimique. Elle affecte aussi l'abondance des espèces vivantes [[Hakim, 2021](#)]

La vie sur notre planète, y compris nos écosystèmes, notre société et notre économie, dépend fortement des écosystèmes aquatiques et marins qui sont les plus grands écosystèmes de la terre ayant de nombreuses fonctions vitales [[Topanou et al., 2020](#)]. Ces écosystèmes comprennent l'océan ouvert, l'océan profond et les écosystèmes marins côtiers, chacun ayant des caractéristiques physiques et biologiques différentes [[Tahlaoui and Aissaoui, 2016](#)].

La pollution marine, qui présente actuellement un problème majeur, est une combinaison de produits chimiques et de déchets, dont la plupart proviennent de sources terrestres [[Benmansour, 2009](#)]. Cette pollution entraîne des dommages à l'environnement, à la santé de tous les organismes et aux structures économiques du monde entier. Les conséquences de la pollution des milieux marins sont multiples. Elle peut entraîner la mort massive d'espèces. Elle a également des effets toxiques à long terme sur les conditions de vie de la faune et de la flore aquatiques. Cela pourrait perturber les activités marines humaines, y compris la pêche, et pourrait également provoquer une crise alimentaire, car des millions de personnes dépendent désormais fortement du poisson comme source de nourriture.

L'impact de la pollution par les métaux lourds sur les dorades d'élevages, sera abordé

plus en détail dans notre travail de recherche. Ce type de pollution est une modification chimique inorganique de diverses parties de l'écosystème marin, généralement due à la bioaccumulation de métaux lourds non essentiels (Plomb, Mercure . . .) en faible proportion, ou de métaux essentiels (cuivre, fer, zinc, . . .) en forte proportion, car ces derniers sont des composants naturels de l'environnement [Benmansour, 2009]. Ils ne sont considérés comme toxiques que si leurs proportions normales sont dépassées. Les métaux lourds sont définis par ce terme soit en raison de leur poids atomique plus élevé, soit en raison de leur densité élevée. Ils sont des éléments non biodégradables [Lafendi, 2017].

L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de la bioaccumulation de quatre polluants métalliques (Plomb, Zinc, Cadmium et Fer), sur la dorade élevée par la "SARL RCKH Fish" située dans le port de Honaine (Wilaya de Tlemcen). Le dosage est effectué par un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF).

Notre mémoire est organisé en deux grandes parties distinctes :

1. **Première partie** : est une synthèse bibliographique qui regroupe deux grands chapitres :
  - (1) [chapitre 01](#) : *Aquaculture*.
  - (2) [chapitre 02](#) : *Description du matériel biologique étudié (dorade royale)*.
  
2. **Deuxième partie** : présente les expérimentations et les résultats obtenus, ainsi que le matériel et les méthodes utilisés dans ce travail de recherche. Elle est divisée en trois chapitres :
  - (1) [chapitre 01](#) : *Présentation et description de la zone d'étude*.
  - (2) [chapitre 02](#) : *Matériel et méthodes (Travail de terrain et de laboratoire)*.
  - (3) [chapitre 03](#) : *Résultats et discussion*.

Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale et les références bibliographiques.

Partie  
Synthèse bibliographique

# Chapitre 1

## Aquaculture

### 1.1 Introduction

L'alimentation étant une source essentielle, la demande de nourriture, en particulier de nourriture contenant suffisamment de protéines animales, augmente en raison de la croissance démographique et de l'évolution des habitudes alimentaires. Depuis les années 1980, l'aquaculture s'est développée et aujourd'hui, la moitié du poisson que nous mangeons provient d'étangs d'élevage, ce qui contribue à compenser les pénuries alimentaires et à réduire la pauvreté. Le prix du poisson devrait augmenter, reflétant le déséquilibre entre l'offre et la demande [FAO, 2002].

### 1.2 Définition d'aquaculture

La réglementation européenne relative à la politique commune de la pêche (PCP) définit ainsi l'aquaculture ou héliiculture : « l'élevage ou la culture d'organismes aquatiques au moyen de techniques visant à augmenter, au de la des capacités naturelles du milieu, la production des organismes en question, ceux-ci demeurant tout au long de la phase la récolte incluse » [Kadem and Lahsaini firdaouce, 2021].

L'aquaculture est simplement définie comme suit : « un l'art de multiplier et d'élever des animaux et des plantes aquatiques [Nadji, 2022] ». Près de 400 espèces sont élevées en milieu aquatique, dans l'eau douce ou saumâtre, salée, sous des conditions surveillées ou semi surveillées par l'homme. Par aquaculture, on entend trois différents systèmes de culture de plantes et d'élevage d'animaux [Chaouch and Bousmat, 2020] :

- Extensifs : faible densité d'élevage et pas ou peu d'apport alimentaire.
- Semi-intensifs moyen : densité moyenne et complément alimentaire.

— Intensifs : forte densité et apport total des aliments.

En général, l'élevage extensif est une aquaculture vivrière (consommée sur place) et l'élevage intensif une production d'exportation [FAO, 1995]. L'aquaculture s'intéresse à plusieurs catégories de productions dont les principales sont :

- Les mollusques (conchyliculture).
- Les crustacés (crevetticulture).
- Les végétaux aquatiques (l'algoculture).
- Les poissons (pisciculture).

L'aquaculture est l'un des secteurs de production alimentaire qui connaissent la plus grande croissance. Les techniques des productions ont rapidement progressé comme résultat des efforts des secteurs privés et de la communauté scientifique.

### 1.3 Histoire de l'aquaculture

L'aquaculture est une activité ancienne, dont l'histoire remonte à quelque 4000 ans [Maouedj and Khaldi, 2015], bien que personne ne sache qui a inventé la première activité aquacole. Cependant, l'histoire de l'aquaculture a été écrite, et nous l'avons résumée dans le tableau suivant :

TABLEAU 1.1 – Histoire de l’aquaculture [Maouedj and Khaldi, 2015]

Période	Evènement	Régions	Principales espèces
Antiquité	Début de l’aquaculture	Chine, Egypte, Méditerranée	Poissons, mollusques
Milieu du XVIII <sup>e</sup> siècle	Valliculture, réservoirs à poissons	Italie, Europe	Poissons marins et d’eaux saumâtres
Début du XIX <sup>e</sup> siècle	Premières tentatives de repeuplement	Amérique du Nord, Europe, Asie	Salmonidés, poissons marins
Milieu du XIX <sup>e</sup> siècle	Développement de la conchyliculture	Europe	Mollusques bivalves
Milieu du XX <sup>e</sup> siècle	Maîtrise de la reproduction des cyprinidés	Europe centrale, Chine	Carpe commune, carpes chinoise
Années du 1970-1980	Domestication de nouvelles espèces	Pays du Nord	Saumons, bar dorade, silure, esturgeon
Années du 1990-2000	Fort développement de l’aquaculture tropicale	Zones tropicales	Tilapia, Pangasius en eau douce, ombrine, cobia, bar en mer
Début du XXI <sup>e</sup> siècle	Divers essais de coculture et nouveaux systèmes épurateurs	Pays du Nord	Algues et invertébrés associés à des élevages intensifs

## 1.4 Objectif d’aquaculture

Le but fondamental de toutes les catégories des activités aquacoles est de produire de la matière vivante à partir de différentes espèces aquatiques, pour réaliser la consommation humaine d’aliments riches en protéines par la manipulation des milieux aquatiques, naturels ou artificiels. Et il existe plusieurs autres objectifs en matière d’aquaculture parmi eux [Nafai, 2020] :

- Introduction de nouvelles espèces.
- Production de poissons d’aquarium (poissons ornementaux).
- Accès aux protéines animales riches en acides gras bénéfiques pour la santé humaine (oméga 3 et 6).
- Atteindre l’objectif «poisson pour tous » en améliorant le ratio-alimentaire pour

les populations ayant difficilement accès aux produits aquacoles «régions subsahariennes» et les plus pauvres.

- L'aquaculture est devenue une activité de substitution pour les pays ayant connu des crises du secteur de la pêche et possédant des potentialités hydriques importantes.
- Production de poissons et d'appâts vivants pour la pêche professionnelle et sportive.

## 1.5 Les avantages et inconvénients de l'aquaculture

L'aquaculture est une source de nourriture de haute qualité, elle a des effets environnementaux positifs et négatifs dus à sa croissance rapide dans le monde entier [Duret, 1999]. Ces effets sont les suivants :

- Elle peut contribuer à la biodiversité en reproduisant des animaux aquatiques menacés.
- Elle protège l'environnement en empêchant l'urbanisation incontrôlée et les activités industrielles polluantes.
- Les déchets de poissons non consommés (10 à 30% selon le mode d'alimentation) ont un impact négatif sur l'environnement marin [Orbi and Berraho, 1999].

## 1.6 Production de l'aquaculture

La production aquacole total en 2020 au niveau mondial était constituée environ 122.6 millions de tonnes en poids vif, soit une augmentation de 6.7 mt par rapport à 2018 (115.9MT), avec une valeur marchande estimée à 281.5 milliards d'USD. La quantité totale se répartit comme suit : 87.5 MT d'animaux d'origine aquatique, 35.1 MT d'algues, 700 tonnes de coquillages (voir Figure 1.1) [FAO, 2022].

Par rapport à 2019, la production aquacole mondiale d'espèces animales a augmenté de 2,7% en 2020, soit le taux de croissance annuel le plus faible depuis plus de 40 ans.

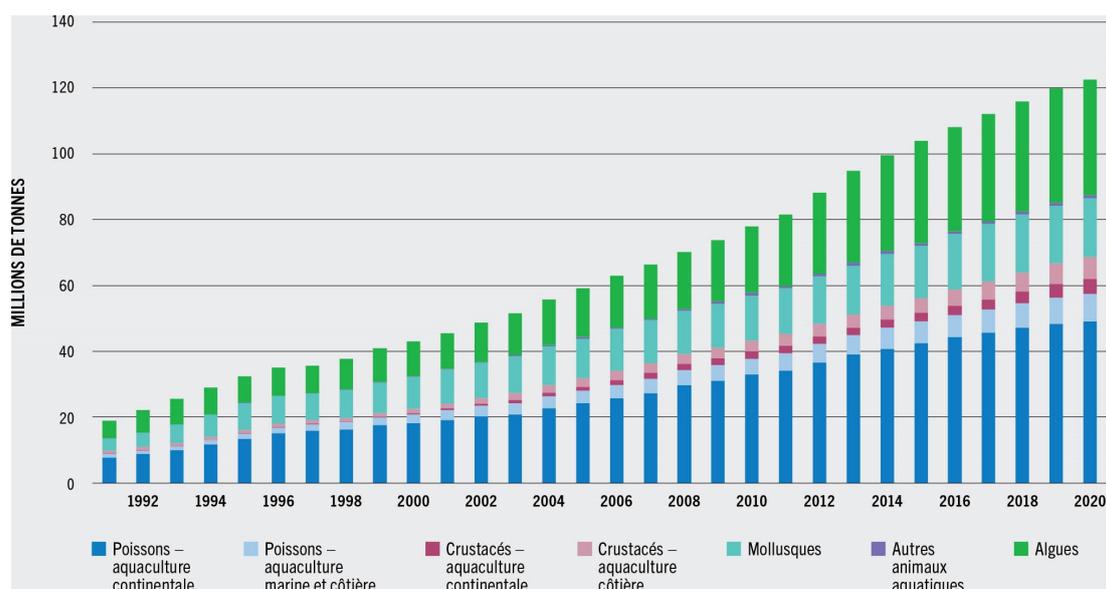


FIGURE 1.1 – production d’aquaculture mondiale 1991-2020 [FAO, 2022]

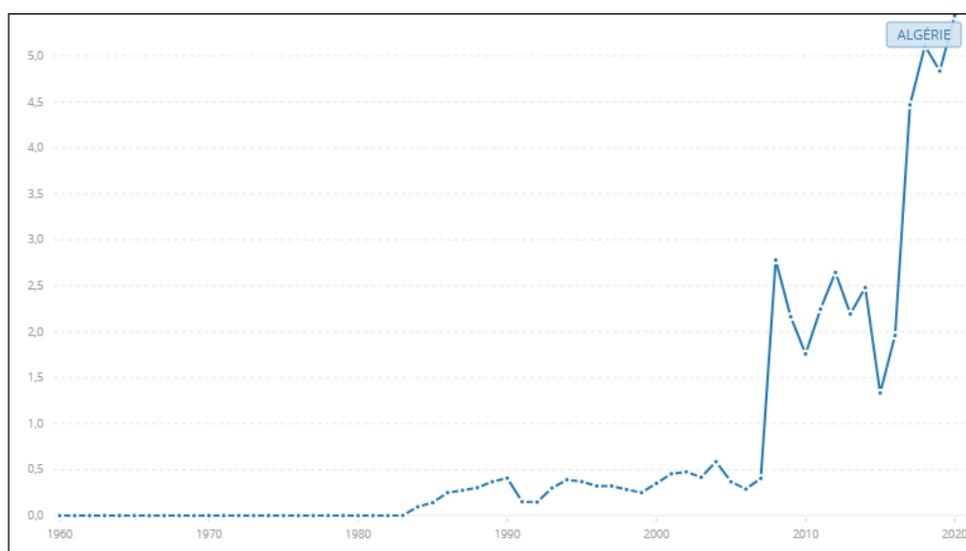
### 1.6.1 Production aquacole en Algérie

Le principe du développement d’aquaculture en Algérie est de travailler à la réalisation d’une "idée du producteur au consommateur".

L’aquaculture est l’une des activités les plus anciennes en Algérie, mais Depuis la création du Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques en 2000, Plusieurs plans et programmes de développement ont été mis en place [Oussaid, 2006], ce qui a permis le lancement de nombreux projets aquacoles privés dans divers secteurs d’activité, notamment :

- La pisciculture marine en bassin et en cages flottantes pratiquée par des opérateurs privés.
- La conchyliculture pratiquée par des opérateurs privés produisant quelques dizaines de tonnes de moules méditerranéennes et d’huîtres creuses.
- La pisciculture intégrée à l’agriculture exercée au niveau des exploitations agricoles par des agriculteurs, pour des espèces telle que Tilapia.

Ainsi, l’aquaculture algérienne a connu une forte augmentation de sa production [Nadji, 2022]. Entre (1960 -1980), il n’y avait pas de production annuelle pour l’aquaculture, mais à partir de 1983, la production a commencé à augmenter pour atteindre une première valeur de 2 tonnes par an.



**FIGURE 1.2** – Production aquacole en Algérie 1960-2020 [Web1, 2022]

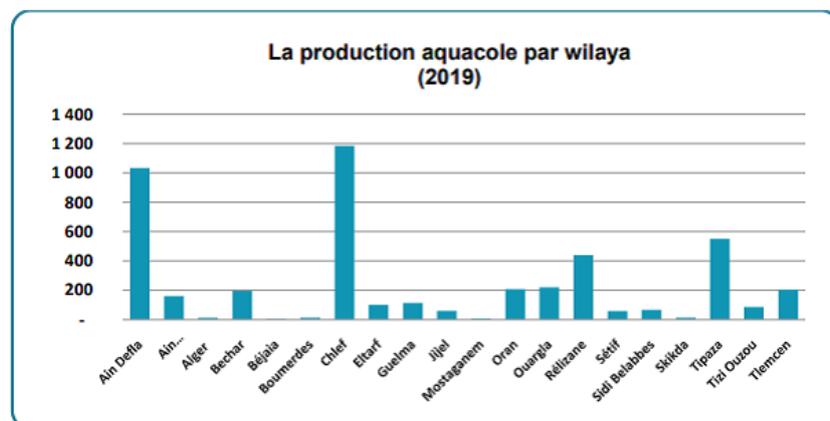
En 2004, la production aquacole annuelle a augmenté de façon régulière, se composant à 90% de poissons d'eaux douces commerciales, grâce à des campagnes régulières d'élevage de carpes, de carpes chinoises (importées), d'alevins noirs dans les réservoirs et les barrages pour le développement de la pêche commerciale. Depuis la création du Centre national de recherche pour le développement de la pêche et de l'aquaculture en 2008, on n'a plus eu recours à des opérations d'importations d'alevins car l'opération de reproductions artificielles est effectuée par le Centre de Recherche au niveau des deux éclosiers pilotes que le Ministère de la pêche et des ressources halieutiques a réalisé, une à l'Est et l'autre à l'Ouest du pays [Oussaid, 2006].

Entre 2008-2012 jusqu'à aujourd'hui, la production aquacole annuelle a augmenté de manière spectaculaire. Selon les prévisions du ministère de la Pêche et de la Production halieutique, la production aquacole nationale (eau de mer, barrages et fermes) devrait atteindre 8 000 tonnes à la fin de 2022, soit une augmentation de 67% par rapport à 2020 (5 436) et 2019 (4 835 tonnes) (Voir le Tableau 2).

**TABEAU 1.2** – Les années avec les valeurs de production les plus élevées en Algérie [Web1, 2022]

Année	Production annuelle (tonne)
2004	586
2008	2780
2012	2644
2014	2480
2017	2467
2018	5108
2020	5436

Au niveau régional, les wilayas de Chlef et Ain Defla se distinguent avec environ 47% de la production aquacole totale, suivies de Tipaza et Relizane avec une part de 11,6% et 9,3%, puis quelques wilayas de l’est et de l’ouest (Bechar, Ouargla, Oran, Tlemcen) (Voir Figure 1.3) [ONS, 2020].



**FIGURE 1.3** – La production aquacole en Algérie par wilaya ( [ONS, 2020])

## 1.7 L’aquaculture marine dans l’ouest algérien

### Tlemcen

Selon la direction de la pêche et l’aquaculture, la wilaya de Tlemcen compte près de 18 projets d’aquaculture marine notamment en pisciculture, pour l’élevage de la dorade

royale et loup de mer et la mytiliculture pour l'élevage des moules .Trois projets sont en phase d'exploitation. Le premier projet est destiné à l'élevage de la daurade royale et le loup de mer au large de Sidna Youchaa, pour une capacité de production prévisionnelle annuelle de 600 tonnes créant ainsi 21 emplois directs. Le promoteur a achevé l'installation de six cages flottantes en mer en attendant leur ensemencement au courant du premier semestre 2023. Les deux autres projets pour l'élevage des moules dont le matériel a été installé au large de Maarouf dans la daïra de Marsa Ben M'hidi, en attendant le garnissage de boudins en naissains de moules au courant du premier trimestre de 2023 [Web2, 2023].

Quatre autres projets sont en cours de réalisation au large de Marsa Ben M'hidi, dont deux en pisciculture marine, d'une capacité de production annuelle de 500 tonnes chacun, permettant la création de 30 postes d'emploi directs. L'un de ces projets est en phase de montage et d'installation de 04 cages flottantes. Le deuxième projet dont l'installation du matériel est en cours est implanté au large de Marsa Ben M'hidi. Deux projets d'élevage des moules dans la région de Honaine et Marsa Ben M'hidi sont également au stade de la mise en place de leur structure».

Ces neuf projets, une fois en production, produiront chaque année près de 2.900 tonnes de daurade royale et de loup de mer et 184 tonnes de moules, créant ainsi 122 postes d'emploi directs [Web2, 2023].

Un autre méga projet (complexe d'aquaculture) comportant 03 filières est en phase d'étude. Il s'agit d'une ferme d'élevage de poissons, avec une capacité de production de 5.000 à 10.000 tonnes de daurade royale et de loup de mer ,qui sera implantée au large entre Ghazaouet et Marsa Ben M'hidi sur une superficie de 443 ha, d'une écloserie pour poissons d'eau de mer, avec une capacité de production de 100 millions d'alevins qui sera installée sur une superficie de 20 ha à Bir El Maleh, d'une unité de fabrique d'aliment pour poisson avec une capacité de production annuelle de 180.000 tonnes qui sera installée une superficie de 12 ha au niveau de la zone industrielle d'Ouled Bendamou à Maghnia [Web2, 2023].

La direction locale de la pêche et des ressources halieutiques, après avoir mené à bien ces projets en cours, vise à atteindre une production supplémentaire de 3 000 tonnes par an dans le secteur de l'aquaculture marine d'ici à 2024.

# Chapitre 2

## Description du matériel biologique

### 2.1 Introduction

Le *Sparus aurata*, plus communément appelé dorade, daurade royale ou daurade, porte en fait plusieurs surnoms, la plupart du temps attribués par les pêcheurs selon les régions. Le nom "Belle au sourcil d'or" revient fréquemment grâce à son véritable sourcil doré, caractéristique de cette espèce. Dans le sud de la France, les petits individus sont communément appelés "Blanquette" ou "Socanelle", on l'appelle "gueule pavée" en Bretagne, à cause de sa forte dentition. Plus généralement, les petits poissons peuvent être appelés "médaillons".

En Algérie, chaque région a son propre nom pour *Sparus aurata*, par exemple :

- Béni saf et Ouadjoudj (alger) : dora.
- Ghazaouet, Honaine, Oran, Bouharoun, Bejaia, Annaba, Elkala : dorade.

### 2.2 Systématique

Le genre *Sparus* a été décrit par Linnaeus en 1758 et regroupe une seule espèce, "*Sparus aurata*", qui appartient à la famille des Sparidae qui comprend un peu plus de 100 espèces (voir tab 7) , La seule espèce appartenant au genre *sparus* est l'une des rares du monde marin, c'est donc la plus élevée au monde. Malgré cela, il n'est pas classé sur la liste rouge des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature [Lamare et al., 2021].

TABLEAU 2.1 – Systématique de *Sparus aurata* [Lamare et al., 2021]

	Termes scientifiques	Termes en français	Descriptif
Embranchement	Chordata	Chordés	3 caractères originaux : tube nerveux dorsal, chorde dorsale, et tube digestif ventral. Il existe 3 grands groupes de Chordés : les Tuniciers, les Céphalocordés et les Vertébrés.
Sous-embranchement	Vertebrata	Vertébrés	Chordés possédant une colonne vertébrale et un crâne qui contient la partie antérieure du système nerveux.
Super-classe	Osteichthyes	Ostéichthyens	Vertébrés à squelette osseux.
classe	Actinopterygii	Actinoptérygiens	Ossification du crâne ou du squelette tout entier. Poissons épineux ou à nageoires rayonnées.
Sous-classe	Neopterygii Teleostei	Néoptérygiens téléostéens	Poissons à arêtes osseuses, présence d'un opercule, écailles minces et imbriquées.
Super-ordre	Acanthopterygii	Acanthoptérygiens	Rayons épineux aux nageoires, écailles cycloïdes ou cténoïdes, présence d'une vessie gazeuse et pelviennes thoraciques ou jugulaires.
ordre	Perciformes	Perciformes	Nageoires pelviennes très rapprochées des nageoires pectorales.
Sous-ordre	Percoidi	Percoides	Une ou deux nageoires dorsales dont les éléments antérieurs sont des épines aiguës. Nageoires pelviennes avec une épine, rayons mous.
Famille	Sparidae	Sparidés	Une seule dorsale, corps ovale et comprimé, queue fourchue.
Genre	Sparus		
Espèce	<i>Sparus aurata</i>		

## 2.3 Les types de dorade en niveau mondiale

La dorade est un poisson ovale de couleur variée allant du gris au rose. Avec une appellation d'orthographe différentes mais toute valable daurade, dorade, pagres, dentes (Voir figure 2.1).

Ces dorades font tes partis de la famille des sparidae, et présentent quelques différences de caractéristiques nutritionnelles en fonction de leur environnement, mais la constante est qu'elles sont toutes riches en protéines et contiennent très peu de matières grasses. Elles sont également riches en sels minéraux et oligoéléments (iode et zinc) [Adama, 2020].

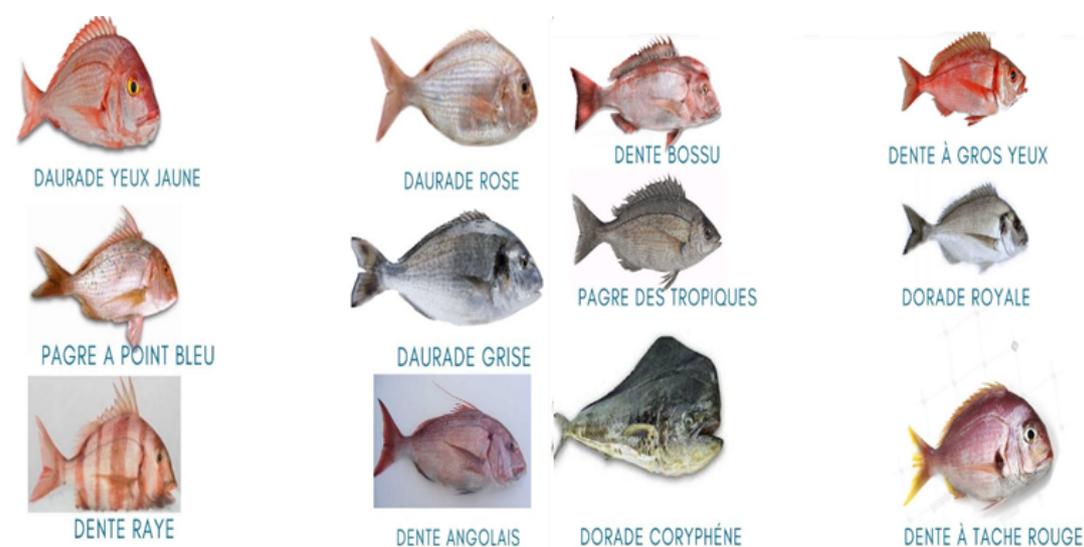


FIGURE 2.1 – Les types de dorade en niveau mondiale [Adama, 2020]

## 2.4 Méthodes de différenciation entre dorade royale sauvage/élevage

L'aquaculture a augmenté en raison de la diminution des ressources, de sorte que la distinction entre les poissons sauvages (pêche) et le poisson d'élevage (aquaculture) est un problème important pour documenter les produits de la mer, en utilisant plusieurs méthodes, notamment :

### 1. Analyse morphologique

Chaque espèce a ses propres caractéristiques morphologiques qui dépendent également de la sélection génétique et des conditions d'élevage de chaque individu [Gri-

[gorakis, 2007](#)].

La dorade royale sauvage par rapport à la dorade royale d'élevage intensif a généralement :

- Un corps moins large.
- Une peau plus fine.
- Une couleur plus claire.
- Une tête plus fuselée.
- Des nageoires dorsales plus effilées.
- Présente une ligne dorée sur la tête / une tache orangée sur les ouïes (Voir [figure 2.2](#))



**FIGURE 2.2** – Dorade royale sauvage [[Alasalvar et al., 2002](#)]

Parmi les autres indicateurs de la différenciation, il y'a la maturité sexuelle, les poissons d'élevage sont abattus avant maturité afin de préserver et d'homogénéiser leurs caractéristiques sensorielles [[Grigorakis, 2007](#)].

Ce type de poisson (d'élevage) présente rarement des malformations osseuses (déformation de l'axe vertébral, de la mâchoire). (Voir [figure 2.3](#))



**FIGURE 2.3** – Dorade royale d'élevage intensif [[Zaragozá et al., 2013](#)]

## 2. Analyse des lipides

La teneur en matières grasses est un indicateur important pour déterminer l'origine du poisson, car la chair du poisson a une composition différente en acides gras.

Les poissons d'élevage ont une teneur en lipides plus élevée que les poissons sauvages car ils mangent des aliments riches en matières grasses et font moins d'exercice que les poissons sauvages [Marçais, 2000].

Les poissons d'élevage contiennent en général moins d'acides gras polyinsaturés oméga 3 mais plus d'oméga 6 que les poissons sauvages [Alasalvar et al., 2002].

## 2.5 Les caractéristiques de la dorade royale d'élevage

### 2.5.1 les caractéristiques générales

*Sparus aurata* est une espèce indigène ayant [Zaragozá et al., 2013] :

- Un taux de croissance rapide.
- Chaîne trophique courte.
- Bon taux de conversion alimentaire.
- Acceptation sans difficulté d'aliments composés.
- Résistance à la maladie.
- Reproduction facile en captivité.
- Maturité précoce.
- Fécondité élevée.
- Une adaptation à la température.
- Un bon taux de croissance.

### 2.5.2 les caractéristiques alimentaires

En raison du faible taux en lipides de la dorade, il est considéré parmi les poissons maigres par excellence (voir tableau 8). Il est facile à digérer et est recommandé pour un régime minceur [mpeche, 2022].

TABLEAU 2.2 – Quantité alimentaire chez la dorade royale [mpeche, 2022]

Désignation	Teneur pour 100 g
Protéines	17g
Lipides	01g
Eau	82g
Calcium	30g
Fer	10.9g
Iode	3g
Magnésium	25g
Sodium	31g
Potassium	446g
Phosphore	244g
Thiamine	0.06g
Riboflavine	0.08g
Folates	13.4g
Vitamines B12	02.3g
Vitamine E	9g
Sélénium	45g
EPA	327g
DHA	555g

## 2.6 Morphologie

La dorade est un poisson aux flancs gris argenté dont la taille courante varie de 25 à 60 cm (75 cm maximum pour plus de 7 kg), le corps est ovale assez élevé et comprimé et sa chair est fine et protégée par des écailles très épaisses. La tête est bombée et son profil régulièrement convexe, œil petit, bouche basse très petit avec des lèvres épaisses mais pourvue de fortes dents, qui peuvent être broyeuses et plates ou pointues, elle présente à l'avant de chaque mâchoire 4 à 6 canines massives caniniformes antérieures, puis 2 à 4 rangées de molaires (dents dans les deux rangées extrêmes beaucoup plus fortes) [B et al., 2014].

On peut observer entre les deux yeux un bandeau frontal doré bordé de noir, et une grosse tache sombre et allongé (permet de la différencier d'autres sparidés). Sur le haut de l'opercule, au début de la ligne latérale, on peut aussi observés une ligne noire sur sa longue nageoire dorsale. Branchiospines courtes 11 à 13 avec 7 ou 8 inférieures et 5 (rarement 4) à 6 supérieurs, nageoire dorsale à 11 épines et 13 à 14 rayons mous, nageoire anale à 3 épines et 11 rayons mous (voir figure 2.4) [Nemous and Nechniche, 2022].

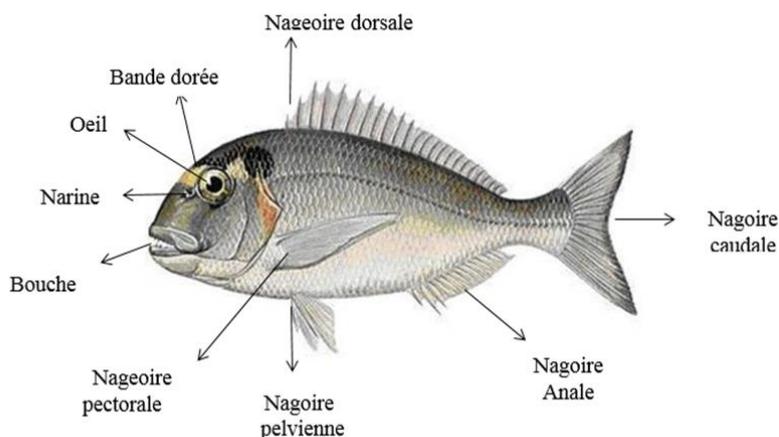


FIGURE 2.4 – schéma de la morphologie de la dorade [Nemous and Nechniche, 2022]

## 2.7 Habitat

*Sparus aurata* est une espèce qui possède une aire de distribution très large. Elle est réparti entre la méditerranée (rarement dans la mer noire) et l'atlantique-est (des îles britanniques au Cap-Vert, en passant par les îles canaries) .Quelques individus ont été observés en mer du nord près des côtes irlandaises, il semblerait que les populations soient en augmentation dans les eaux côtières de l'atlantique baignant l'Europe de l'ouest (voir figure 2.5) [Yuhei et al., 2020]

La dorade est un poisson côtier (les juvéniles ne dépassent pas 30 m de profondeur, alors que les adultes peuvent descendre jusqu'à 150m). Elle affectionne les fonds sableux de 1.50 à 2 m et plus encore les fonds mixtes comprenant roches éparses et coursives de sable, ainsi que les bordures de secteurs rocheux. Le biotope le plus apprécié par les dorades s'est les herbiers de posidonie, Comme elle est euryhaline, elle sont aussi qualifiée d'espèces eurythermes et donc supporte de grandes variations de température [Rezzi et al., 2007].

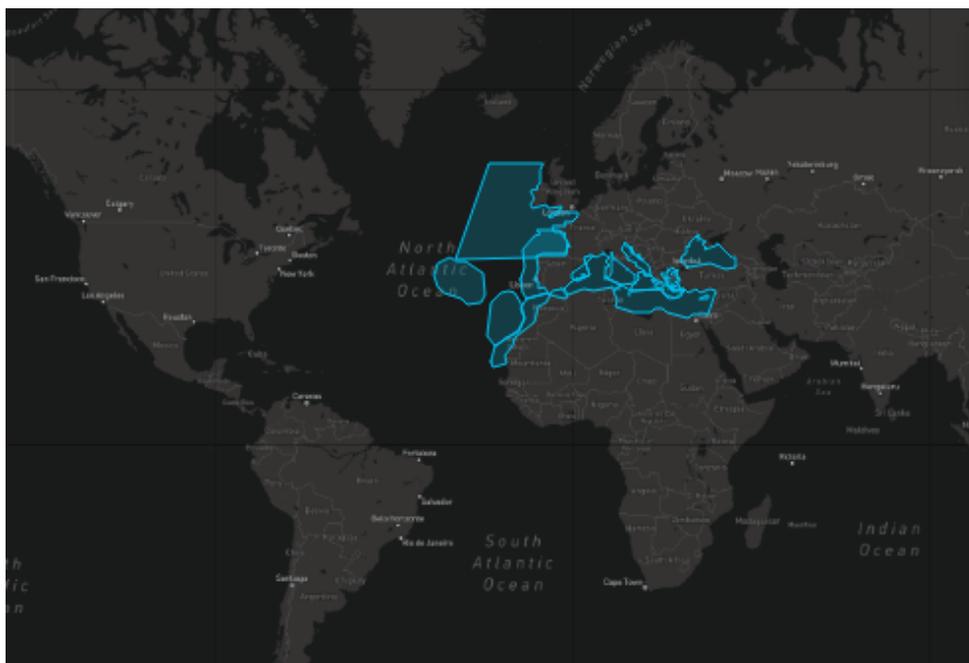


FIGURE 2.5 – les régions d’habitat de dorade royale [Yuhei et al., 2020]

## 2.8 Régime alimentaire

La dorade est un poisson carnivore mais peut parfois être classée comme herbivore, et sa nourriture se compose principalement de coquillages (les moules ou les huitres), de crustacés, d’oursins, de céphalopodes, et de petits poissons. [Karoui et al., 2021].

Sa dentition lui permet de briser les coquilles et les carapaces de ses proies grâce à sa forte mandibule et à ses molaires puissantes. Son alimentation est composée essentiellement de moules, juvéniles de préférence, et a moindre mesure de crustacés et vers marins [Benammar, 2017].

Elle semble sensible aux variations de température et peut réduire son alimentation si la température de l’eau baisse de quelques degrés. La dorade alimente après la période de reproduction et fait des réserves avant de repartir au large l’hiver.

Le schéma alimentaire des larves de dorade est plus fréquemment utilisé pour les poissons marins. Après une période d’alimentation par des rotifères (0.15 à 0.25 mm), période la plus critique de l’élevage, les larves sont nourries de larves de petits crustacés (artémia au stade nauplius de 0.4 à 0.5 mm) puis « sevrées, c’est-à-dire nourries de micro-granulés,

lorsque leur poids est de l'ordre de 20 à 50 mg, soit après un peu plus d'un mois d'élevage à 20 [Taieb et al., 2011].

## 2.9 Croissance

Une espèce qui débute sa croissance dans les lagunes méditerranéennes. Les jeunes dorades âgées de 2 mois environ pénètrent dans l'étang à la fin du mois d'avril. Elles vont y séjourner jusqu'au mois d'octobre, période durant laquelle elles se regroupent pour se diriger vers la mer pour hiverner en zone côtière et continuer leur croissance. Elles reviendront ensuite chaque année pour passer le printemps et l'été dans ces zones très riches en nourriture et notamment en coquillages.

Ainsi, après 120 mois de croissance, soit 10 ans, une dorade royale peut atteindre en moyenne une longueur de 61,2 cm pour un poids presque de 4000 g. (voir figure 2.6) [Web3, 2018].

La croissance de la Dorade diffère selon le milieu. Elle est plus rapide les premières années, dans les étangs saumâtres qu'en mer. La taille correspondant à la première maturité sexuelle, est de 33-40 cm pour un poids de 1 à 3 kg. La taille commune est de 35 cm. - Vers 9 ans, elle atteint 50 à 60 cm. - La taille maximale atteinte, est 70 cm - Le poids maximal reporté, est de 17.2 kg Age maximal reporté : 11 ans [Karoui et al., 2021].

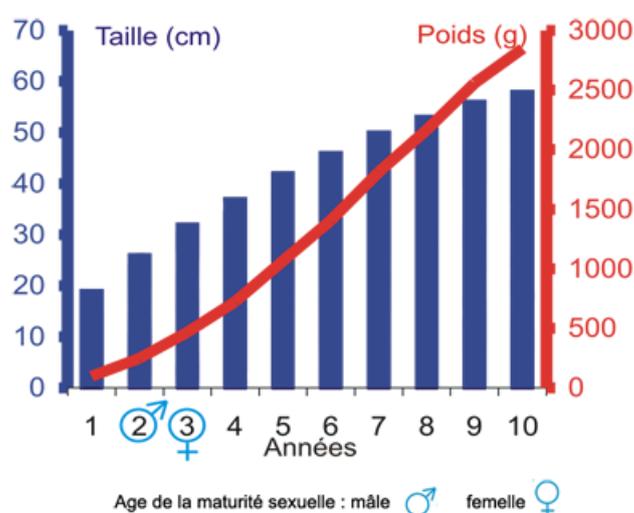


FIGURE 2.6 – croissance et maturité de la dorade royale [Web3, 2018]

## 2.10 Reproduction

La dorade est une espèce « hermaphrodite successive protandre », ce qui signifie clairement qu'elle change de sexe au cours de sa vie. Chaque poisson naît mâle, et la plupart des individus deviennent femelles au bout de 2 à 3 ans lorsqu'ils atteignent une taille de 20 à 30 cm, pour une espérance de vie moyenne de 11 ans, cependant, tes dorades mâles ne semblent pas suivre ce schéma, et certains vont retarder ou ne réaliseront jamais le changement de sexe en fonction des facteurs sociaux du mode de vie de chaque individu [Bendag, 1995].

La fécondation est externe, la saison de reproduction variant selon la région. Une femelle peut pondre 1 million d'œufs par kg chaque année en plusieurs pontes successives, et peut pondre 80000 œufs chaque jour pendant la période de ponte qui dure de 3 à 4 mois. Les œufs ont environ 0.9 mm de diamètre donnent naissance à des larves minuscules (moins de 3 mm) dont le poids n'excède pas quelques dixièmes des milligrammes [Bendag, 1995].

Les larves sont nées en pleine mer d'octobre à décembre et les juvéniles migrent généralement au début du printemps vers les eaux côtières protégées ou ils peuvent trouver des ressources trophiques abondantes et des températures moyenne [Benammar, 2017].

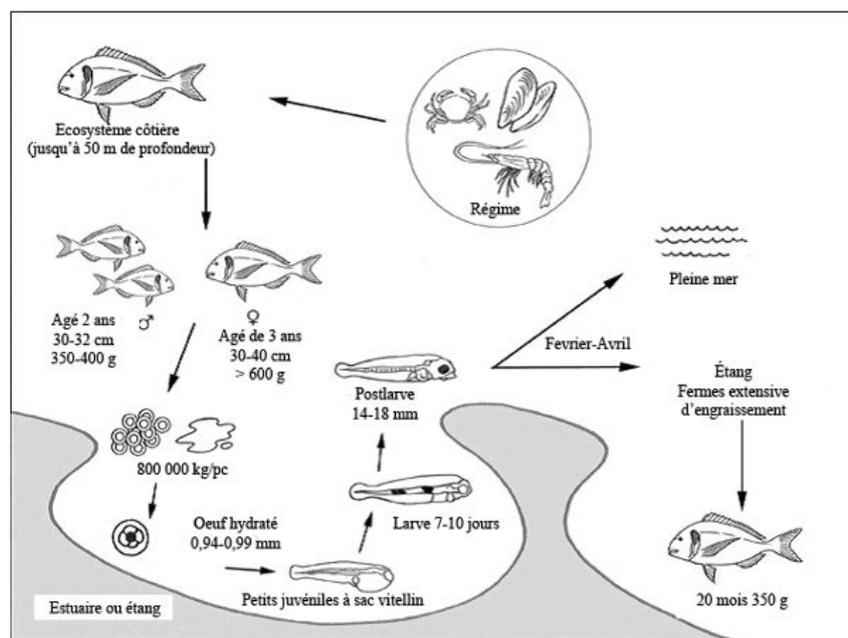


FIGURE 2.7 – Cycle de reproduction de la dorade royale [FAO, 2009]

### 2.10.1 période de ponte

L'analyse du cycle sexuel chez *Sparus aurata* montre qu'il est le même aussi bien chez les mâles et les femelles et que la ponte dure environ 4 mois en période hivernale (Novembre, Décembre, Janvier, Février) (voir le tableau 2.3) [Taieb et al., 2010].

Durant la période de ponte, les gonades occupent la majeure partie de la cavité abdominale.

**TABLEAU 2.3** – période de ponte chez *Sparus aurata* dans différents secteurs de la méditerranée [Taieb et al., 2010]

Régions	Période de ponte
Algérie	Octobre-janvier
Alexandria	Novembre-février
lake bardawil, Egypte	Novembre-février
lagune bardawil, Egypte	Novembre-février
port said, Egypte	Novembre-février
golfe de gabés	Novembre-février

## 2.11 Les techniques d'élevage de dorade royale

La dorade royale peut être cultivée suivant plusieurs méthodes : dans des étangs et lagunes côtières, avec des méthodes extensive et intensive ou semi intensive, ou dans des installations à terre et cages en mer, avec des systèmes d'élevage intensif. Ces méthodes sont très différentes, spécialement quand il s'agit des densités d'élevage et de l'aliment utilisé [Person-Le et al., 1980].

### 2.11.1 Système extensif

Ce type de système est pratiqué dans des étangs avec des rendements plus élevés par rapport à l'écosystème naturel, où la densité de poissons est faible et leur nourriture est naturelle, donc certains producteurs fournissent de la nourriture supplémentaire.

Dans ces systèmes les dorades royales atteignent la première taille commerciale (350 g) dans 20 mois, Durant le cycle de production, les poissons se nourrissent à base de ressources naturelles, aucune alimentation supplémentaire n'est rajoutée, cependant Dans les systèmes d'élevage extensifs la densité des poissons n'excède généralement pas 0,0025 kg/m<sup>3</sup> [FAO, 2009].

Parmi les caractéristiques de ce système [Chalabi, 2003] :

- Intrants économiques et de main-d'œuvre sont généralement faibles.
- Productivité du système est relativement basse.
- Apport d'engrais pour accroître la fertilité et la production de poissons.

### 2.11.2 Système semi-intensif

Dans ces systèmes le contrôle humain de l'environnement de la ferme est plus important que dans le système extensif. Il peut simplement impliquer le peuplement des lagunes avec des juvéniles qui ont été en pré-grossissement dans le système intensif, pour minimiser la mortalité et réduire le temps de l'élevage. Dans ce cas, il est aussi possible de fertiliser la zone d'élevage pour augmenter la disponibilité de nourriture naturelle. D'autres types d'élevage semi-intensif nécessitent plus de contrôle, avec un apport supplémentaire d'aliment artificiel et d'oxygène. Ce système d'élevage semi intensif est normalement réalisé dans des filets formant une clôture à l'intérieur d'une zone limitée de la lagune. La production finale peut varier largement, selon la taille des juvéniles stockés et la quantité de nourriture donnée. La densité dans les systèmes semi intensifs n'excède pas normalement 1 kg/m<sup>3</sup> [Chalabi, 2003], et ses caractéristiques sont :

- Apports d'intrants sont moyens.
- Production de poissons augmentée par les engrais et/ou des aliments supplémentaires.
- Main-d'œuvre et d'alimentations, compensées par l'accroissement des rendements.

### 2.11.3 Système intensif

Les poissons sont élevés dans des bassins ou cage jusqu'à la taille commerciale (voir figure 2.8), il y'a deux techniques existent dans l'aquaculture intensive.

- **Bassin à terre en circuit ouvert :**
  - les bassins sont alimentés par l'eau de la rivière en amont et la lui restituent en aval.
  - Eau de mer par pompage.
- **Bassin à terre en circuit fermé :**
  - La recirculation l'eau reste en circuit fermé.
  - Les systèmes en recirculation sont plus coûteux (énergie), mais permettent une meilleure maîtrise des conditions d'élevage (température, oxygène) et de la qualité de l'eau [Chalabi, 2003].

Lorsque la dorade est élevée en cages, elle est élevée à des densités très élevées allant de (15-45 kg/m<sup>3</sup>). Mais elle est inférieure à celle en bacs, car il y'a des grands avantages qui rendent l'élevage en cages économiquement rentable, il n'y a pas de pompage, ni d'aération ni de traitement des eaux usées, et la température ne peut pas être contrôlée dans les cages d'élevages et donc l'injection intensive d'oxygène est nécessaire pour assurer la survie des poissons dans d'excellentes conditions (18-26 degré). Les plus grandes dorades (10 g) atteignent la première taille commerciale (350–400 g) dans les environs d'une année, alors que de plus petits juvéniles atteignent la même taille en 16 mois [Person-Le et al., 1980].

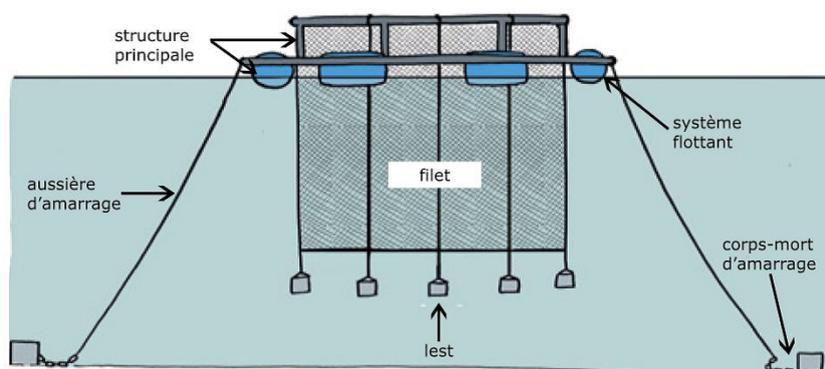


FIGURE 2.8 – Schéma de la structure d'élevage extensive [Person-Le et al., 1980]

## 2.12 La production mondiale de la dorade royale

La dorade royale est la première espèce marine d'aquaculture en méditerranée et sa production en élevage a dépassé celle de la pêche en 1993 [FAO, 2020].

Le tonnage de dorade produit en aquaculture a augmenté de 30 pourcent par an entre 1992 et 2002, et depuis l'année 2008 la production de *Sparus aurata* a connu une augmentation significative jusqu'à l'année 2020 (voir figure 2.9) [FAO, 2020].

La dorade est principalement élevée et pêchée dans les pays méditerranéens, où sa production était estimée à 8 500 tonnes en 2015 par rapport à la production mondiale de la même année (167 000 tonnes), et elle se fait en Turquie (5 2000 tonnes), en Espagne (16 000 tonnes) et en Grèce (47 000 tonnes), ainsi qu'une production importante en Croatie, à Chypre, en Égypte, en France, en Italie, à Malte, au Maroc, au Portugal et en Tunisie. L'élevage de dorades est également pratiqué jusqu'en Arabie Saoudite (3000 tonnes) en Mer Rouge et dans le Golfe persique [Oussaid, 2006].

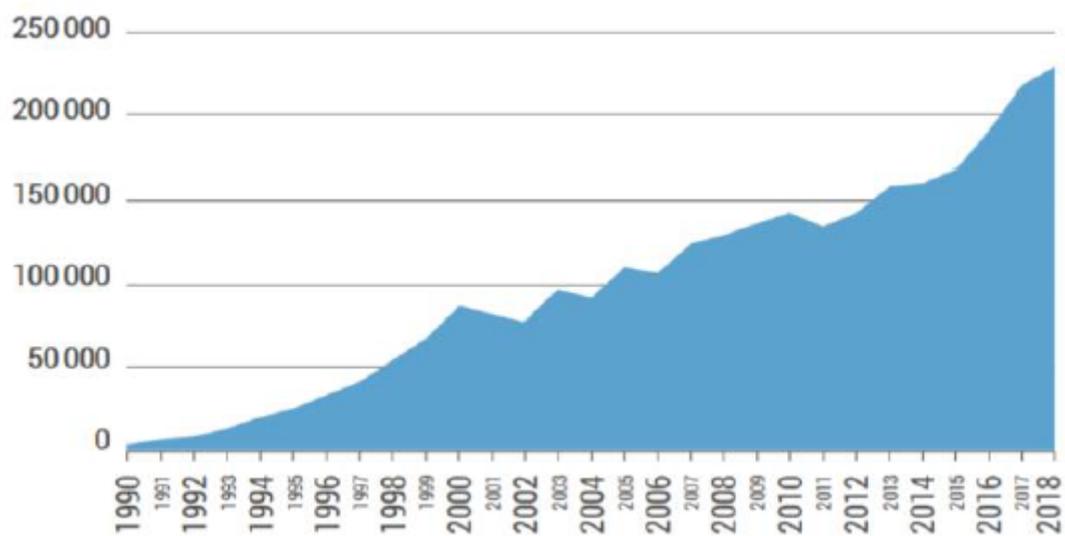


FIGURE 2.9 – Production mondiale de dorade royale d'élevage [FAO, 2020]

# Partie

# Expérimentations

# Chapitre 3

## Présentation et description de la zone d'étude

### 3.1 Choix de la station d'étude (Honaine)

Honaine est une Daïra de la wilaya de Tlemcen qui composée de deux communes : Beni Khellad et Honaine.

Honaine est un port méditerranéen et son activité principale est la pêche artisanale. La ville est une station touristique avec ses nombreuses plages : plage de Tafsout, et d'autres plages situées à proximité de la ville, mais faisant partie des municipalités voisines, comme la plage d'Agla et la plage d'Al Mkhlad. La ville contient une carrière de marbre et une station d'épuration d'eau de mer [Marçais, 2000].

#### 3.1.1 Localisation géographique

Honaine est située à l'extrême nord-ouest de l'Algérie, à 60 km au nord-ouest de Tlemcen et à 40 Km de la frontière marocaine.

A l'échelle locale, elle situe géographiquement entre Ghazaouet et Béni-Saf. et entre Oued Regou et Oued Honaine, avec une altitude de 15m et dont ses coordonnées géographiques sont :  $35^{\circ}10'35''$  de latitude nord et  $1^{\circ}38'58''$  longitude ouest. Elle est limitée par :

- Au nord : la mer méditerranée.
- A l'ouest : les daïras de Nedroma et Ghazaouet.
- Au sud : la daïra de Remchi.

Alors que la superficie estimée de cette ville est 6385 hectares.

### 3.1.2 Géomorphologie

La région de Honaine a une morphologie unique, Honaine est située dans une petite baie à 52 kilomètres de la frontière Algérie-marocaine où de fortes pentes donnent des allures de forts.

Délimité par plus de 12 kilomètres de zones méditerranéennes, montagneuses et de paysages calcaires, les falaises côtières sont variables de sorte que le relief est relativement escarpé et très accidenté. Les pentes entre le nord et le sud sont comprises entre 35% et 40%, formant un groupe de montagnes avec de fortes vallées et des routes très difficiles. Au nord elle varie de 10 à 15% avec des pentes plus douces [Benabadji and Ouadah, 2020].

### 3.1.3 Géologie

Cette zone urbaine est située dans un bassin, car c'est une zone qui ressemble à un marécage profond. Elle se caractérise par ses vastes forêts, un terrain très accidenté et difficile à atteindre, dont la plupart sont des montagnes hautes et rocheuses entourant la zone en face de la plage et du port [Benabadji and Ouadah, 2020].

La ville est située entre oued Regou et oued Honaine au sud, Djebel el Menzeh au nord, sur les pentes menant à la tour Sidi Brahim.

### 3.1.4 Climatologie

La région a un climat méditerranéen semi-aride caractérisé par deux saisons :

- Saison semi humide : d'Octobre à Mai, avec précipitations irrégulières.
- Saison sèche : juin à septembre, avec des pluviométries estimées de l'ordre de 300-400 mm par an, La température varie entre 10° et 15° en hiver et entre 20° et 30° en été.

### 3.1.5 Hydrologie

La littorale de Honaine possède un nombre relativement important de vallées profondes de sorte que son système hydrographique est très irrégulier, souvent sec en été ou prenant la forme de petits ruisseaux sinueux sur un fond large, résultant des crues hivernales précédentes. Cependant, en hiver, les crues sont brutales et charrient une grande quantité de matériaux dus à l'érosion et aux fortes pentes du terrain [Hakim, 2021]. Parmi les oueds, il y a :

- Oued Seftar.
- Oued Labkirienne qui se jette dans l'oued Kiouma.

- Oued Kiouma.
- Les Oueds Defla et Mknassi affluent de l'oued Amelak.
- Oued Amelak.
- Oued Menzel nommé communément Oued Reggouqui se jette à la mer au niveau de la plage de Honaïne (côté gauche).
- Oued Mezarine affluent de l'oued Honaïne.
- Oued Honaïne qui traverse la ville et se jette à la mer au niveau de la plage de Honaïne (Côté droit).
- Oued Rif.
- Oued SafSaf.
- Oued El Beir.
- Oued Et Guelta.

La ville possède 4 plages principales, la longueur totale du littoral est d'environ 17 km (voir figure 3.1), et elle est considérée comme des plages étroites, qui sont des galets grossiers (gravier) avec peu de sable, et des routes sans sable, au niveau municipal [Fabet Z/TIIA, 2014]. D'est en ouest il y a plusieurs plages comme suit :

- Agla (mitoyenne avec la commune de Beni Khalcd, et très détériorée).
- Tafsout (Tafzoute en berbère qui signifie : cailloux et sable).
- Ouled Salah (accès difficile).
- Marsat Erebab (appelée plus communément Barbadjani).



**FIGURE 3.1** – Littorale de Honaine (photo original, 2023)

### 3.1.6 Aquaculture à Honaine

La commune de Honaine compte de nombreuses de fermes aquacoles, en activité ou en attente (voir le tableau 3.1).

**TABLEAU 3.1** – Les fermes aquacoles à Honaine (source : Attachement de la pêche maritime et de l'aquaculture - Daïra de Honaine)

Investisseur	Région	Date de début	Surface (hectares)	Produit annuel (tonnes)
Sarl BPP oil	Honaine	06/11/2018	50	960
Royaume du poisson	El mekhalad	06/11/2018	40	700
Saadaoui med rida	Honaine	28/01/2019	40	55
Eurl aquariva	El wardania	28/01/2019	20	960
Aquadora	Honaine	2016	-	600
<b>Sarl RCKH Fish</b>	Honaine	18/01/2017	06	-

## 3.2 Etude technique de la ferme aquacole Sarl RCKH fish

### 3.2.1 choix et description du site de la ferme

Rckh fish, est une entreprise société a responsabilité limite de nationalité algérienne, commencée le 18/01/2017. Sa raison sociale ou nom commercial est Rckh fish, elle est soumise au régime juridique du secteur privé. Le siège social administratif de la société Rckh fish est situé dans la zone de sebiate la commune d'El Messaid wilaya Ain Temouchent. Le site de la ferme Sarl RCKH fish est à 01 kilomètre du port de Honaine wilaya de Tlemcen, La superficie de la concession est de 6 hectares. Il peut installer 2 balisages avec 4 cages chacun.

La principale raison du choix de ce site est sans doute sa situation au milieu de la baie maritime, et la situation est en effet moins affectée par le mauvais temps et le vent dominant d'ouest.

A aussi d'autres caractéristiques favorables, à savoir :

- Accès facile à la ferme par le port.
- Un seul navire peut être desservi depuis le bord.
- Facilité des diverses transactions dans la ferme (inspection quotidienne, alimentation, échantillonnage, contrôle continu, purification, ...), du fait de la proximité de la ferme avec le port.

### 3.2.2 Infrastructure

Il existe plusieurs infrastructures de production en pisciculture de cette ferme qui représente seulement la production intensive (dans les cages flottantes) Parmi eux [[Van-deputte, 2011](#)] :

- Des structures d'élevage (représentatifs système et/ou contrôlés) pour tout le cycle.
- Des lignées (base, sélectionnées, isogéniques).
- Ancrage conditions d'élevage et espèce.
- Des techniciens d'élevage et d'expérimentation.
- Des équipements spécialisés : digestibilité, respirométrie, infectiologie, transformation, cryobanque, technologie aquacole.

Quelques exemples des infrastructures : Refroidisseur, bateau, Cage et filets pour l'élevage et la chasse, Cordes pour tirer les cages flottantes ... etc.

### 3.2.3 Cages flottantes

La cage de pêche flottante est facile à installer et à transporter, elle peut être décomposée en une seule spécification qui est un enclos à poissons fixe ou flottant constitué d'un grillage en filet synthétique/écran en bambou ou d'autres matériaux disposés sous la forme d'une moustiquaire inversée, avec ou sans couvercle dont tous les côtés sont attachés à des poteaux plantés au fond de l'eau ou avec flotteurs ancrés pour l'aquaculture [[Bennacer and Djamaïuni, 2021](#)].

Le modèle moderne de cage flottante consiste, généralement, en une poche de filet supportée par une structure flottante, certains modèles flottants sont rotatifs afin de contrôler les salissures.

Cette ferme comprend 4 cages flottantes : C8, C14, C16, C17, avec un diamètre de 8m, 14m, 16m, 17m, respectivement (voir figure [3.2](#)).

Les coûts d'installation des cages flottantes sont peu coûteux, et leur mise en place prend du temps.



FIGURE 3.2 – les 4 cages flottantes (photo original, 2023)

### 3.2.4 l'amarrage des cages

La déformation de la poche en filet d'une cage flottante a généralement lieu sous l'action des courants ou bien si la cage est remorquée à une trop grande vitesse.

Pour assurer la sécurité des cages, toute une technologie d'amarrage doit être déployée, et qui tient compte à la fois des états de la mer normale et des exceptions (houle).

Le regroupement souvent de 4 cages (système multi-cage) en un réseau appelé réticule, simplifie les opérations d'entretien et d'alimentation des poissons et représente le système le plus pratiqué dans les sites où les conditions météo-marines sont difficiles. La stabilité et la souplesse de ce réticule est assuré par le système d'amarrage adopté [Bennacer and Djamaïuni, 2021].

### 3.2.5 filets

Les types des filets qui existent au niveau de la ferme sont « dynima » antiFuling, de maille 18mm, fabriqué en nylon de profondeur de 12m.

Pendant le cycle d'élevage, il est nécessaire de changer de filet en augmentant la largeur des filets au fur et à mesure que les poissons grandissent, pour permettre une meilleure dispersion des déchets métaboliques et des restes de nourriture non consommés (des filets

plus grands entraînent plus de circulation d'eau dans la cage). Cela aide à maintenir une concentration optimale d'oxygène dissous dans le milieu de culture, déterminant ainsi le bien-être du poisson et améliorant les performances de croissance.

La taille de mailles appropriée pour chaque taille de poisson dépend de l'espèce élevée, qui a un rapport longueur/poids (appelé facteur de condition).

Un changement fréquent des filets est nécessaire notamment en période estivale durant laquelle la fréquence des bains d'antifouling doit être ralentie [Bennacer and Djamaïuni, 2021].

### 3.2.6 Hangar de stockage

Un seul hangar surveillé par des agents de sécurité (voir figure 3.3), est situé à la plage d'Agla a environ de 6 km par route à l'Est du port de Honaine.

L'Hangar est destiné au :

- Stockage des aliments de poisson.
- Stockage de lubrifiant.
- Au Vestiaire.
- Préserver les différents équipements et matériel.



**FIGURE 3.3** – L'hangar de stockage (photo original, 2023)

### 3.2.7 Personnel de la ferme

Tout projet aquacole requiert au moins 22 travailleurs. Cette ferme comprend les membres suivants :

- 02 Propriétaire(Gérant).
- 01 Ingénieur en aquaculture (gestion de l'élevage).
- 01 Capitaine.
- 04 plongeurs (nettoyage des filets et contrôle journalier).
- 04 Agents de distribution d'aliment.
- 03 Ouvriers en mer.
- 04 Ouvriers à terre.

### 3.2.8 Objectif de production

Sa production a débuté en 2017 avec une capacité de production annuelle de 600 tonnes de dorades, avec l'objectif de produire 50 tonnes/an de dorades dans une cage.

### 3.2.9 Approvisionnement en juvéniles

L'approvisionnement en juvéniles pour le grossissement est une étape essentielle de l'élevage intensif en cage ce fait dans l'Italie. Ces alevins proviennent d'écloseries si la production d'alevins est contrôlée.

A leur sortie du couvoir, les alevins sevrés sont très fragiles et pèsent de 1 à 10 g. Ensuite, ils sont relâchés dans des cages en pleine mer au stade de grossissement [[Bennacer and Djamaïuni, 2021](#)].

Les alevins sont livrés directement dans les cages par des bateaux équipés de cuves de transport. Les cuves de transport sont utilisées pour :

- Transfert des alevins du couvoir vers la ferme pour le grossissement.
- Transfert des larves des bacs sur bateaux de transport vers des cages.

Ces bacs sont équipés d'un système d'oxygénation et sont manipulés par un treuil et des goulottes de déchargement. Les bacs en polyester à bulles aérées voguent ensuite sur le bateau vers les cages installées en milieu naturel. Le taux de mortalité enregistré après transfusion est estimé à environ 2%.

### 3.2.10 L'alimentation

L'alimentation est l'activité principale et la plus minutieuse. Elle fait donc partie de l'intérêt de cette ferme. Elle dépend de l'alimentation quotidienne (matin et soir), environ

4 à 15 repas par jour lorsque la dorade est dans ses premières semaines.

Plus la dorade est grosse, moins elle a besoin de nourriture par jour. Lorsque la dorade est récoltée de 3 g à (10 à 25 g), c'est-à-dire 1 mois, la méthode d'alimentation est manuelle, de sorte que le diamètre de la nourriture varie de 1,5 mm à 2,5 mm (voir figure 3.5).

Lorsqu'elle atteint une taille de 30 g à 100 g ou plus, la méthode d'alimentation habituelle est remplacée par des canos d'alimentation spéciaux (voir figure 3.4), de sorte que le diamètre de la nourriture varie de 1 mm à 4,5 mm. La taille de la dorade, 300 g (9 mois), est la plus grande taille commerciale produite dans cette ferme.



FIGURE 3.4 – Cano d'alimentation (photo original 2023)



FIGURE 3.5 – l'aliment de dorade royale (photo original 2023)

### 3.2.11 Contrôle de l'élevage

**A/-** Surveillance des cages et filets : des contrôles quotidiens sont effectués pour vérifier l'état des filets et la collecte d'échantillons de poissons morts au fond des filets, opération réalisée par des plongeurs. En outre, les cordes qui fixent le filet à la surface de la cage sont examinées.

**B/-** Contrôle des bouées : est destiné à stabiliser les cages et à assurer leur ancrage, mois après mois.

**C/-** Contrôle qualité du poisson : pour garantir la qualité et la santé des poissons, des analyses et des tests sont effectués sur les échantillons malades par des spécialistes de terrain. Dans certains cas, des antibiotiques et d'autres produits pharmaceutiques sont utilisés pour les traitements.

### 3.2.12 suivi la croissance

L'importance du modèle de croissance réside dans la prédiction du poids individuel des poissons à partir d'alevins de poids moyen donnés chaque mois sur une base régulière. L'échantillonnage mensuel en cage consiste à prélever un minimum de 200 poissons dans chaque cage.

Les 200 pièces prélevées sont placées dans un bac contenant une faible dose d'anesthésie, pour faciliter le processus de pesée et de mesure du volume par dix [FAO, 2009].

### 3.2.13 suivi la mortalité

Pendant le cycle d'élevage, la mortalité est la principale cause de déclin des effectifs. Les décès sont causés généralement par plusieurs maladies, tels que : Pasteurellose (Pseudotuberculose), Vibriose, Lymphocystis, Aquareovirus, Syndrome de Distension d'Intestin (SDI), Myxosporidiose à *Myxidium leei*, Syndrome de maladie d'hiver. Ces maladies peuvent être d'origine infection bactériologique, parasitaire, virologique, facteurs stressants, sur ou sous- alimentation [FAO, 2009].

Le ramassage quotidien des poissons morts flottant à la surface et au fond du filet permet d'en ajuster le nombre. L'enregistrement doit être quotidien.

# Chapitre 4

## Matériel et méthodes

### 4.1 Echantillonnage

#### 4.1.1 Le choix du matériel biologique

Parmi les raisons qui nous ont amenés à choisir la dorade, il y a le fait que cette espèce est l'une des premières à être importée dans le monde de l'élevage dans la région de Honaine (voir figure 4.1).

Il y a beaucoup d'autres raisons, comme l'abondance de la demande malgré son prix élevé, car il est largement consommé par la population locale de la région et par de nombreuses personnes dans les zones côtières en raison de sa valeur nutritionnelle.

Il est donc nécessaire de connaître l'état et le degré de contamination de la dorade royale par les métaux lourds.



**FIGURE 4.1** – Dorade royale de ferme Sarl Rckh fish (photo original, 2023)

#### 4.1.2 Le Choix des contaminants

Dans notre étude, nous nous intéressons à 4 métaux lourds, deux essentiels et deux non essentiels :

- Les métaux lourds essentiels sont non toxiques, ou moins dangereux à basse concentration (zinc, fer). Ils ont des fonctions physiologiques dans l'organisme. Le zinc

par exemple est un cofacteur important pour de nombreuses réactions enzymatiques, la vitamine B12 présente un noyau de cobalt, et l'hémoglobine contient du fer [Benguedda, 2012].

- Les métaux lourds non essentiels sont hautement toxiques même à basse concentration (tels que le cadmium, plomb) [Benguedda, 2012].

La raison principale du choix de ces métaux est la possibilité de leur présence sur le site et la disponibilité de photo détecteurs pour identifier les métaux lourds. Leur capacité à s'accumuler dans les tissus adipeux des organismes vivants et à se propager le long de la chaîne alimentaire, ainsi que leur grande stabilité dans l'environnement, ont également motivé ce choix. Il s'agit d'oligo-éléments qui ont des propriétés potentiellement toxiques pour les écosystèmes et la santé humaine lorsqu'ils dépassent certaines valeurs. Ces éléments ne sont pas toujours éliminés par les processus naturels mais s'accumulent chez les animaux, les plantes et dans les sédiments [Topanou et al., 2020].

### 4.1.3 Prélèvement d'échantillon

Nous avons obtenu ces poissons de la ferme aquacole Sarl Rckh fish, située dans le port de Honaine, pendant 3 mois consécutifs « Mars, Avril, Mai » 2023. Nous avons collecté 30 individus et ce matériel biologique a été placé dans des sacs plastiques étiquetés et réfrigérés dans le congélateur pour éviter toute contamination métallique jusqu'au jour de l'analyse (voir figure 4.2).



FIGURE 4.2 – Conservation les poissons au congélateur (photo original, 2023)

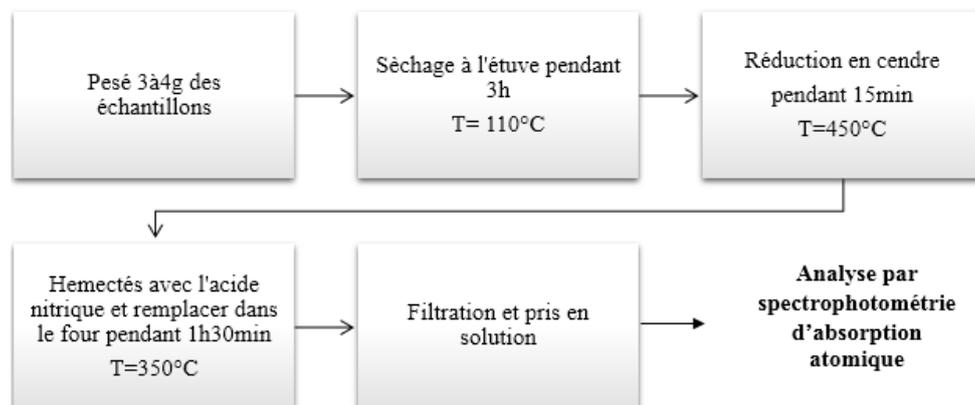
## 4.2 Travail au laboratoire

### 4.2.1 Matériel utilisé

- Trousse de dissection.
- Boîtes de pétrie.
- Boîtes de pétrie.
- Une balance de précision.
- Les creusets en porcelaine.
- Une étuve.
- Un four à moufle.
- Papier de filtration.
- Verreries ( fioles, entonnoirs, bécher, éprouvettes graduées).
- L'eau distillée.
- L'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) dilué.
- Des flacons en plastique de volume (25 ml) pour le stockage.
- Spectrophotomètre d'absorption atomique.

### 4.2.2 Protocole complet de la minéralisation

La minéralisation des échantillons de poisson de la dorade royale par voie sèche s'est faite dans le Laboratoire de recherche « valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique », et nous avons suivi le protocole suivant (voir figure 4.3) :



**FIGURE 4.3** – Protocole expérimentale adopté dans la minéralisation d'un échantillon par la voie sèche

#### 4.2.2.1 Biométrie du poisson

Nous avons travaillé sur 30 individus de dorade royale (8 poissons en mars, 10 poissons en avril, 12 poissons en mai).

Nous avons pris les mesures de chacun d'entre eux : c'est-à-dire le poids total, qui correspond au poids du poisson à l'aide de la balance, et la longueur totale, qui est mesurée aux deux extrémités du poisson.

#### 4.2.2.2 Dissection

Une fois les mesures et la numérotation effectuées, nous avons procédé à la dissection de chaque individu (voir tableau 4.1). Nous avons placé le poisson sur la planche de dissection et, à l'aide de scalpels et de ciseaux, nous avons retiré deux organes :

- Les branchies : Le premier point de contact entre le poisson et les éléments de l'eau environnante.
- Le filet : C'est l'organe parallèle à l'environnement qui intéresse le consommateur.

Un échantillon de 3 à 4 grammes de chaque organe est pesé et placé dans des boîtes de Pétri fermées et étiquetées, puis conservées au réfrigérateur jusqu'à la minéralisation.

● **Tableau des mesures :**

**TABLEAU 4.1** – Mensurations de 30 individus de dorade royale

<b>Mois de Mars</b>					
<b>Individu</b>	<b>Poids total (g)</b>	<b>Longueur totale (cm)</b>	<b>Longueur à fourche (cm)</b>	<b>Poids de Branchies (g)</b>	<b>Poids de filet(g)</b>
1	198,43	25	21	3,45	3,89
2	235,28	25,7	21,2	3,64	3,78
3	204,69	25,5	20,5	3,56	3,63
4	240,21	25,5	21	3,2	3,95
5	254,32	25	21	4	3,48
6	163,69	23	19	3,67	3,19
7	225,3	22,5	18	3,62	3,94
8	263,73	25	21	3,38	3,89
<b>Mois d'Avril</b>					
9	274	27,5	23	3,45	3,52
10	226	26	21,5	4	3,54
11	198	25	21	3,87	3,95
12	257	27,5	23	3,94	3,82
13	208	25,5	20,5	3,55	3,85
14	228	27	22	3,71	3,97
15	162	24	20	3,09	3,83
16	224	25,5	21,5	3,88	3,08
17	208	25	20,5	3,96	3,87
18	223	26	21	3,69	4,3
<b>Mois de Mai</b>					
19	228	25	21	4,4	3,6
20	215	25,4	21,5	3,65	3,9
21	219	24	20,5	4,2	3,82
22	191	24,5	20,5	3,84	4,43
23	187	24	19	4	3,76
24	221	25	20	4,1	3,87
25	229	25	20	4,01	4,51
26	210	23	18,5	4,15	3,87
27	165	23	19	4,11	4,13
28	245	24,5	19,5	3,61	3,76
29	182	23,5	18,5	3,2	4,11
30	154	22,5	19	3,88	3,61

#### 4.2.2.3 Minéralisation

La minéralisation d'un échantillon a pour but de décomposer toute matière organique afin de rechercher un élément métallique toxique.

Dans cette étude, la minéralisation sèche a pour but d'ioniser les minéraux et d'assurer leur concentration.

● **Les étapes de minéralisation** : Elle comprend trois étapes dans la minéralisation des échantillons en vois sèche :

1. Séchage à l'étuve 3 à 4 g des échantillons de chaque poisson mettre dans les creusets et placés dans l'étuve à une température de 110°C pendant environ 3 heures.
2. Rédaction en cendres : une fois les échantillons sortis du l'étuve, séchés et devenus semi-cendres, ils sont placés dans le four à moufle pendant 15 minutes à 450°C, puis humecté avec de l'acide nitrique (1%).
3. le four à moufle : nous réduisons la température du four à moufle et plaçons les échantillons à 350°C pendant 1 heure et 30 min.

#### 4.2.2.4 Méthode de filtration

Les cendres sont filtrées avec une solution d'acide nitrique et eau distillée, le filtrat est ajusté à 25 ml d'acide nitrique (1%), filtré à l'aide de papier filtre de porosité (0,45  $\mu\text{m}$ ) (voir figure 4.4).



FIGURE 4.4 – Filtration (photo original 2023)

#### 4.2.2.5 Stockage

Les solutions ont été stockées dans des flacons en plastique, et conservées au réfrigérateur jusqu'à l'analyse.

### 4.2.3 Analyse par spectrophotométrie d'absorption atomique

Le dosage des échantillons a été effectué au laboratoire de catalyse à l'usine ALZINC de Ghazaouet. L'appareil utilisé est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (SAAF) de marque AURORA.

Les éléments absorbent les radiations dont la longueur d'onde correspond à celles émises lors du retour à l'état fondamental de l'atome. C'est une méthode d'analyse pour les sédiments et pour le matériel biologique, qui s'applique à l'analyse des métaux lourds à l'état de traces [[Amiard et al., 1987](#)].

#### 4.2.3.1 Définition

La spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme est une méthode analytique permettant de déterminer la concentration d'éléments métalliques en solution. Les techniques analytiques sont utilisées pour déterminer la composition d'un échantillon et pour mesurer les constituants d'un élément. Elles existent depuis longtemps mais ont considérablement progressé avec le développement de l'informatique et de l'électronique.

Les premières études utilisaient des techniques gravimétriques, volumétriques et colorimétriques, ainsi que plusieurs méthodes modernes "électrochimiques ou liées au nucléaire", mais la plupart de ces méthodes sont très coûteuses [[Riandey et al., 1980](#)].

Par conséquent, la spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (SAAF) est de loin la méthode la plus couramment utilisée en Afrique pour la détermination des ETM.

#### 4.2.3.2 Principe d'utilisation de SAAF

Un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme constituée généralement : une lampe à cathode creuse (voir figure), un nébuliseur, un bruleur ou atomiseur, un monochromateur, un détecteur et un afficheur ou enregistreur de données.

Le dosage d'éléments par SAAF est basé sur le principe de la propriété des atomes d'éléments qui peuvent absorber le rayonnement d'une longueur d'onde spécifique. Il peut passer d'un état fondamental à un état excité, caractérisé par des électrons à un niveau d'énergie plus élevé et instable.

La solution de l'élément à analyser est inhalée dans la flamme, ce qui conduit respectivement à l'évaporation du solvant, à l'évaporation de l'élément sous forme de combinaisons chimiques, et à la dissociation de ces combinaisons avec production d'atomes libres à l'état de base [[Dubreil, 2020](#)].

# Chapitre 5

## Résultats et discussion

### 5.1 Résultats

Notre étude consiste à évaluer la contamination en métaux (fer, zinc, plomb et cadmium) au niveau d'une ferme aquacole "Sarl Rckh fish" située dans le port de Honaine (Tlemcen), en utilisant une des espèces produites au sein de cette ferme, qui est la dorade royale. Nous avons choisi deux organes principaux « les filets et les branchies ». Nous avons déterminé les concentrations de ces métaux lourds par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme.

Les teneurs des métaux lourds présentées en mg/kg du poids sec ont été comparées aux Dose maximale admissibles de [IAEA, 2003] (voir le tableau 5.1).

**TABLEAU 5.1** – Les doses maximales admissibles (D.M.A) en mg/kg des métaux lourds chez les poissons en poids sec [IAEA, 2003]

ETM	Zinc	Cadmium	Fer	Plomb
DMA en mg/kg	67,1	0,189	146	0,12

Les figures 5.1, 5.2 et 5.3 montrent les représentations schématiques des concentrations en métaux lourds pour les mois de Mars, Avril, Mai.

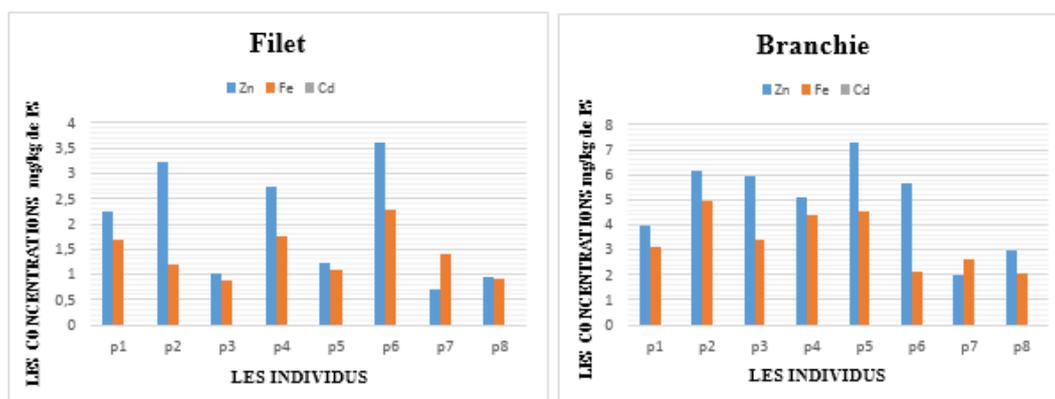


FIGURE 5.1 – Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Mars)

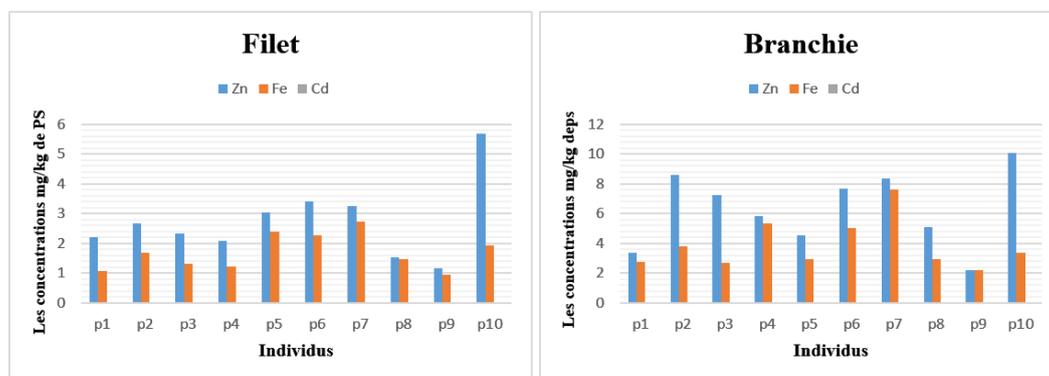


FIGURE 5.2 – Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Avril)

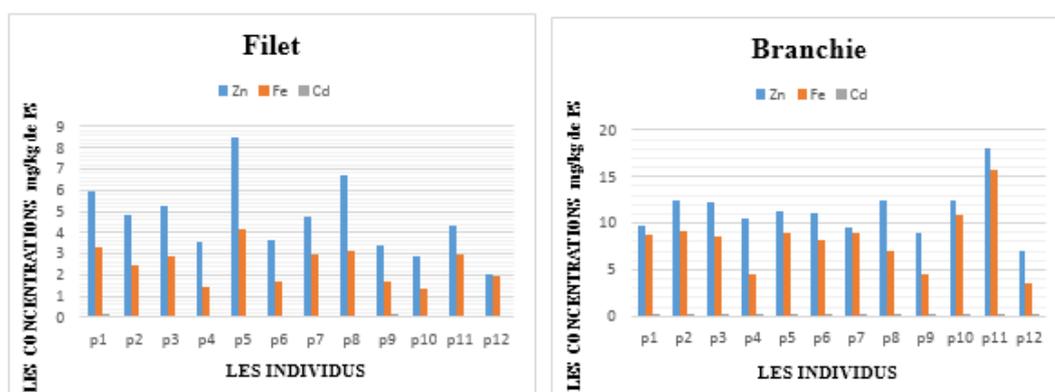


FIGURE 5.3 – Concentrations des métaux dans les branchies et filets (Mois de Mai)

## 5.2 Analyse des teneurs métalliques et interprétation des résultats

### \*/- *Zinc* :

Le zinc est le minéral le plus abondant chez tous les individus et dans tous les organismes par rapport aux autres éléments.

On observe une augmentation des concentrations, avec des fluctuations variant entre 0,69 mg/kg et 8,51 mg/kg dans les filets, et 2,003 mg/kg et 18,04 mg/kg dans les branchies sur 3 mois, mais les teneurs restent très faibles par rapport aux normes, c'est-à-dire à la dose maximale admissible (67.1 mg/kg) dans les tissus du poissons.

Le zinc est naturellement présent dans l'air, l'eau et le sol. Les apports anthropiques de zinc proviennent de sources industrielles telles que l'exploitation minière, la combustion du charbon, les déchets et l'industrie sidérurgique, l'épandage agricole et les activités urbaines [Bouayed, 2020].

### \*/- *Fer* :

Ainsi les valeurs fluctuent entre 0.89mg/kg et 4.18mg/kg concernant les filets, et 2.07mg/kg et 15.703mg/kg concernant les branchies pendant les 3 mois. Mais elles restent très faibles par rapport au normes.

Le fer est un oligoélément indispensable à la vie. Il provient essentiellement des industries métallurgiques et minières. Naturellement, le fer est fréquent dans les eaux souterraines, abondant dans les roches sous forme de silicates, d'oxydes et d'hydroxydes, il est présent aussi dans les plantes et le sang [Bendimerad, 2014].

### \*/- *Cadmium* :

Parmi les éléments qui se distinguent par leurs faibles valeurs est le cadmium, compris entre 0,033 mg/kg et 0,14 mg/kg dans les filets, 0.016 et 0.152 dans les branchies, et ceci pour le mois de mai.

Cependant, il est proche des valeurs recommandées (DMA= 0.189 mg/kg).

Le cadmium est présent dans le charbon et les engrais minéraux. Le cadmium peut pénétrer dans le sol, l'eau et l'air par le biais d'activités telles que l'exploitation minière, le raffinage et d'autres industries, par la combustion du charbon et d'autres combustibles fossiles et par les déchets domestiques [Jebali et al., 2009].

### \*/- *Plomb* :

Les concentrations en Pb sont à l'état de trace pour l'ensemble des échantillons concernant les 3 mois.

Ce résultat est considéré comme un indicateur positif dans notre travail, car le plomb est une substance indésirable réglementée en alimentation animale, y compris le poisson [Mesbah, 2014].

### 5.3 Evolution des teneurs métalliques dans les filets et les branchies

Les concentrations de zinc dans les filets des 30 individus est [0.69 mg/kg ; 2.92 mg/kg] à [3.6 mg/kg ; 8.51 mg/kg], et dans les branchies sont [2.03 mg/kg ; 7.087 mg/kg] à [7.31 mg/kg ; 18.04 mg/kg].

Les valeurs les plus élevées pour le fer dans les filets ont été estimées à [2,27 mg/kg ; 4,18 mg/kg], et dans les branchies, il est de [4,94 mg/kg ; 15,703 mg/kg]. Et [0,89 mg/kg ; 1,32 mg/kg] et [2,07 mg/kg ; 3,608 mg/kg], ce sont les valeurs les plus basses chez les mêmes organes, respectivement.

Le cadmium, il n'a été enregistré que chez les 12 derniers individus au mois de mai, sa valeur la plus élevée a été enregistré dans les filets et les branchies à [0,11 mg/kg ; 0,14 mg/kg] et [0,106 mg/kg ; 0,152 mg/kg], respectivement. Et ses valeurs minimales sont : [0.033 mg/kg ; 0.08 mg/kg] et [0.018 mg/kg ; 0.096 mg/kg].

### 5.4 Comparaison entre les métaux dans les deux organes

Le premier point d'observation est la concentration en métaux plus élevée d'un individu à l'autre probablement dû au poids plus important de chaque poisson par rapport à l'autre.

Les concentrations de ces métaux sont plus élevées dans les branchies que dans les filets. En effet, les branchies sont le premier organe en contact avec l'environnement extérieur du poisson à travers de nombreuses activités (digestives, respiratoires, etc.). Ils sont donc le premier contact entre le polluant métallique et le poisson.

Les branchies sont des organes respiratoires internes ou externes qui permettent à de nombreux animaux aquatiques, notamment les poissons, de respirer en extrayant l'oxygène de l'eau. Elles permettent également de piéger la nourriture, notamment chez les

animaux filtreurs microphages, et de réguler la concentration ionique du milieu intérieur (chez les poissons) [Jebali et al., 2009].

Quant aux filets, ils sont le premier contact entre le poisson et le consommateur, ils sont donc le premier contact entre le polluant métallique et l'être humain.

## 5.5 Comparaison entre les métaux dans le temps

Nous avons échantillonné sur une période de 3 mois en fonction de la productivité de l'exploitation chaque mois. Nous avons effectué des analyses minérales sur différents individus sans les détruire, dans le but de comparer l'importance de l'exposition à la contamination sur la productivité des dorades chaque mois, tout en examinant les causes et les conséquences possibles.

Pour les métaux lourds étudiés, toutes les concentrations dans tous les mois sont faibles par rapport aux doses recommandées (inférieure aux DMA), à l'exception du plomb qui est à l'état de traces.

La première différence entre les mois de Mars ; Avril et Mai, est que le métal cadmium, n'est pas présent en Mars et Avril, mais il a une faible valeur au mois de mai.

**TABLEAU 5.2** – concentrations moyennes des métaux (Zn, Fe, Cd, Pb) durant les trois mois (Mars / Avril/Mai) exprimées en mg/kg de P.S

Mois	Mars		Avril		Mai	
	Filet	Branchie	Filet	Branchie	Filet	Branchie
Zinc	1,94	4,90	2,74	6,30	4,64	11,33
Fer	1,40	3,38	1,70	3,87	2,50	8,24
Cadmium	0	0	0	0	0,0815	0,097
Plomb	/	/	/	/	/	/

Les valeurs des concentrations les plus élevées ont été observées dans les branchies en mai (11.33 mg/kg ; 8.24mg/kg ; 0,097mg/kg) pour (Zn ; Fe ; Cd) respectivement.

Les valeurs les plus faibles dans les branchies ont été enregistrées en mars (4.9 mg/kg ; 3.38mg/kg) pour (Zn, Fe) respectivement. En avril, les valeurs étaient les suivantes (6.3 mg/kg ; 3.87 mg/kg) pour (Zn ; Fe) respectivement.

Il en est de même pour les filets, où les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en mai (4.64mg/kg ; 2.5mg/kg ; 0,0815mg/kg) pour (Zn ; Fe ; Cd) respectivement.

Les valeurs les plus faibles dans les filets ont été enregistrées en mars (1.94mg/kg ; 1.4mg/kg) pour (Zn ; Fe) respectivement.

Les valeurs moyennes dans les filets ont été enregistrées en avril (2.74mg/kg ; 1.7mg/kg)

pour (Zn ; Fe) respectivement.

D'après la bibliographie, les élévations des concentrations peuvent être dues à : - L'augmentation de l'activité de pêche qui entraîne une augmentation du nombre de bateaux et de navires en mer.

- D'une manière générale, l'utilisation accrue du transport dans la mer consomme beaucoup d'énergie et est source de pollution [Bendimerad, 2014]. Les moteurs sont souvent très puissants et polluent énormément.

- Une augmentation de la pollution des eaux marines par les matières organiques fermentées, d'autant plus qu'il n'y a pas de stations d'épuration dans la région [Dali youcef et al., 2014].

## 5.6 Comparaison des résultats avec la littérature

Le tableau 5.3 présente les concentrations métalliques (Fe, Zn, Cd et Pb) (mg/kg) du *Sparus aurata* produit dans la ferme aquacole "Sarl Rckh fish " au niveau de Honaine, et sont comparées à la littérature selon les mêmes espèces ou même caractère qui est " une espèce pélagique ".

L'étude comparative résumée dans le tableau 5.3 montre qu'il existe des différences de concentrations de polluants d'une région à l'autre. Cependant, il existe un point commun entre toutes les études et pour tous les métaux étudiés, c'est qu'elles sont inférieures à toutes les valeurs recommandées.

Quant au plomb, il n'avait aucune valeur dans notre étude, il était sous forme de traces métalliques, contrairement aux résultats d'autres études, où les résultats d'Allam, H (2016) ont montré que la valeur du plomb sur *Auxis thazard* était légèrement supérieure à la DMA dans les filets et les branchies.

Pour le zinc, les valeurs enregistrées dans nos poissons sont inférieures à celles rapportées dans d'autres études, à l'exception de l'étude de Boumezirene, (2021) qui a porté sur un seul individu de dorade royale contre 30 individus dans notre étude.

Quant au cadmium, toutes les valeurs sont faibles dans toutes les études.

Ces résultats combinés dans ce tableau signifient que *Sparus aurata* n'est pas contaminée par le plomb et le cadmium.

Quant aux métaux fer et zinc, ils se caractérisent par une bioaccumulation à des concentrations légèrement plus élevées, dans les filets, les branchies et même l'estomac, par rapport à d'autres espèces similaires.

**TABEAU 5.3** – Concentrations des éléments métalliques (mg/kg) dans les organes de *Sparus aurata* et d'autres espèces similaires (Sauvages) de différentes régions, en P.S

Espèce	Zone	Organes	Zinc [min -max]	Fer [min- max]	Cadmium [min- max]	Plomb [min- max]	Référence
Nos résultats	Extrême nord-ouest d'Algérie - Honaine -	Filet	0.69-8.51	0.89-4.18	0.033-0.14	/	Guilal, 2023
		Branchie	2.003-18.04	2.07-15.703	0.018-0.152	/	
<i>Sparus aurata</i>	Nord-Est Tunisie	Filet	/	/	0,027-0,040 (poids frais)	0,040-0,062 (poids frais)	[Chouba et al., 2016]
<i>Auvis thazard</i>	Extrême nord-ouest d'Algérie - Honaine -	Filet	1- 1.39	1.57- 4.29	0.0021-0.025	0.021- 0.26	[Allam, 2016]
		Branchie	10.08-12.65	10.27-19.03	0.037-0.25	0.29- 0.63	
		Estomac	13.32- 20.4	5.54- 8.62	0.007-0.049	0.014-0.092	
<i>Sparus aurata</i>	Sud-ouest d'Algérie -ziama mansouriah-	Tissus	0.2- 0.94	/	0.001-0.002	0.002- 0.01	[Boumeziarene, 2021]

# Conclusion Générale

La préservation des stocks d'espèces méditerranéennes, y compris les poissons, nécessite non seulement de préserver la qualité apparente de l'environnement marin, mais aussi de connaître le degré de pollution et les niveaux de produits chimiques toxiques qui peuvent avoir un effet négatif sur l'environnement marin et ses organismes, y compris l'impact sur la santé humaine.

Aujourd'hui, le secteur de l'aquaculture joue un rôle de plus en plus important pour assurer la sécurité alimentaire, en compensant la diminution des stocks de poissons issus de la pêche.

L'objectif de ce travail est de contrôler la bioaccumulation des métaux lourds dans la ferme aquacole "Sarl Rckh fish" située dans la baie de Honaine, Wilaya de Tlemcen.

Notre étude est basée sur l'analyse et le suivi de quatre éléments métalliques (zinc, fer, cadmium et plomb) dans les filets et les branchies de la dorade royale. Les mesures quantitatives de ces minéraux ont été réalisées par spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme.

Les résultats de cette étude ont clairement montré l'absence de plomb métallique, (présent sous forme de traces métalliques), tandis que le cadmium était totalement absent en mars et en avril, contrairement au mois de mai, qui se distinguait par une quantité de Cd, dû peut être au début de la saison estivale et au grand nombre de polluants.

Le zinc était le métal le plus accumulé, suivi par le fer en tant que deuxième métal polluant, mais les valeurs ne dépassaient pas les valeurs internationales recommandées.

Le taux des teneurs moyennes de quatre métaux se représenter sous l'ordre décroissant donnant le gradient de concentration suivant :  $Zn > Fe > Cd > Pb$ .

Les valeurs les plus élevées enregistrées dans les branchies étaient de 18,04 mg/kg, 15,703 mg/kg et 0,152 mg/kg pour le zinc, le fer et le cadmium respectivement.

Les filets étaient moins contaminés, les valeurs les plus élevées étant de 8,51, 4,18 et 0,14 pour le zinc, le fer et le cadmium respectivement. Le gradient de concentration inter organe, se présentes selon le schéma : Branchies > Filets

L'une des comparaisons les plus importantes est la comparaison du degré de contamination dans le temps, en fonction des mois d'étude et d'échantillonnage (mars, avril, mai).

Alors que les valeurs de contamination les plus faibles ont été enregistrées en mars et les plus élevées en mai, c'est en avril que le degré de pollution est moyen. Le gradient est alors : Mai > Avril > Mars.

La comparaison des résultats obtenus dans cette étude avec la littérature montre que nos résultats sont faibles par rapport à une partie de la littérature et légèrement supérieurs à une autre, en fonction du domaine d'étude, de la période d'étude, du nombre d'individus étudiés, et dépend également du métal comparé et de l'espèce. Cependant, toutes les études sont inférieures à la dose maximale admissible.

En conséquence, la principale conclusion est qu'il n'y a pas de pollution marine des poissons à la ferme aquacole « la Sarl Rckh fish » au niveau de la ville Honaine. Cependant, toutes les précautions sanitaires doivent être prises pour protéger les espèces d'élevage et garantir la santé humaine.

## Perspectives

Cette étude peut être prolongé par :

- L'incorporation d'autres éléments métalliques tels que le mercure ou le cuivre, etc.
- L'étude d'autres espèces ou l'extension dans d'autres zones d'étude.
- La comparaison du degré de contamination de plusieurs types d'exploitations dans une même région ou dans plusieurs régions.
- Comparaison du degré de contamination des espèces d'élevage avec les espèces sauvages.

Il est essentiel d'éviter que les problèmes de pollution n'affectent l'écosystème marin et la santé publique.

# Bibliographie

- [Adama, 2020] Adama, D. (2020). Les types de daurades (dorades). <https://aywadijeune.com/amp/aywadjeune/blog/post-detail/les-types-de-daurades-dorades2021-02-20-102301>. [consulté en ligne le 04 Avril 2023].
- [Alasalvar et al., 2002] Alasalvar, C., Taylor, K. A., and Shahidi, F. (2002). Comparative quality assessment of cultured and wild sea bream (*sparus aurata*) stored in ice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7) :2039–2045.
- [Allam, 2016] Allam, H. (2016). *Modélisation de la bioaccumulation des métaux lourds (Fe, Cu, Pb, Zn, Cd et Ni) chez différents maillons de la chaîne alimentaire (végétaux aquatiques, invertébrés et poissons) du littoral de Honaine, dans le bassin méditerranéen*. PhD thesis, Université de Tlemcen-Abou Bekr Belkaid. 279 pages.
- [Amiard et al., 1987] Amiard, J., Pineau, A., Boiteau, H., Metayer, C., and Amiard-Triquet, C. (1987). Application de la spectrométrie d’absorption atomique zeeman aux dosages de huit éléments traces (ag, cd, cr, cu, mn, ni, pb et se) dans des matrices biologiques solides. *Water Research*, 21(6) :693–697.
- [B et al., 2014] B, J., J, G., P, D., and B, O. N. (2014). *Guide des poissons de mer et pêche*.
- [Benabadji and Ouadah, 2020] Benabadji, N. and Ouadah, F. (2020). Contribution à l’étude anthropique dans une zone du littoral (cas de la région de honaine, oranien-algérie). *Journal International Sciences et Technique de l’Eau et de l’Environnement*, 5(2) :78–90.
- [Benammar, 2017] Benammar, I. (2017). Suivre de la croissance du loup de mer et la dorade d’élevage (cas de la ferme aquacole d’ain türk. wilaya d’oran). Master’s thesis, Université de Tlemcen. 72 pages.
- [Bendag, 1995] Bendag, M. (1995). Systèmes de production du loup et de la daurade. élevage intensif en bassins en tunisie. *CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes*, 14 :97–112.
- [Bendimerad, 2014] Bendimerad, M. e. A. (2014). Impact of the heavy metals (cd, fe, cu, pb, zn, ni) concentration on the edible sea urchin *paracentrotus lividus* (lamarck,

- 1816) at the level of the bay of honaïne (w. de tlemcen–north west algerian). *Int. J. of Multidisciplinary and Current research*.
- [Benguedda, 2012] Benguedda, R. W. (2012). *Contribution à l'étude de la bioaccumulation métallique dans les sédiments et différents maillons de la chaîne trophique du littoral extrême ouest algérien*. PhD thesis, Université de Tlemcen. 149 pages.
- [Benmansour, 2009] Benmansour, N.-E. (2009). Contribution à l'étude de l'anchois engrasdi8 enemicolits, l. 1758) de l'extrême ouest algérien (giiâzaouet et beni saf). recherche de quelques métaux lourds. Master's thesis, Université de Tlemcen. 189 pages.
- [Bennacer and Djamaïuni, 2021] Bennacer, M. S. and Djamaïuni, M. (2021). Mise en place d'une ferme aquacole techniques et principes. Master's thesis, université de Tlemcen. 118 pages.
- [Bouayed, 2020] Bouayed, N. (2020). Évaluation des teneurs de quelques métaux lourds au niveau du filet d'un poisson cartilagineux pêché à ghazaouet (wilaya de tlemcen). Master's thesis, Université de Tlemcen. 67 pages.
- [Boumezirene, 2021] Boumezirene, T. (2021). Impact potentiel de polluants marins sur les stocks de poissons à l'est de béjaia. Master's thesis, Université A. MIRA Béjaia.
- [Chalabi, 2003] Chalabi, A. (2003). L'aquaculture en algérie et son contexte maghrébin. *Bulletin documentaires de l'IFREMER de Nantes*, 1 :39.
- [Chaouch and Bousmat, 2020] Chaouch, I. and Bousmat, F. (2020). Evaluation de la qualité des eaux dans les zones d'élevage de poisson. Master's thesis, Université de Mostaganem. 51 pages.
- [Chouba et al., 2016] Chouba, L., Ennouri, R., Derouiche, E., and Tissaoui, C. (2016). Etude des métaux traces (cd, pb, hg) dans la chair des poissons des fermes aquacoles tunisiennes. *INSTM Bulletin : Marine and Freshwater Sciences*, 43 :27–30.
- [Dali youcef et al., 2014] Dali youcef, N., Benguedda, W., and Youbi, F. (2014). Levels of heavy metals (zn, pb, cu, cd, ni) in tissues of sarpa salpa from honaïne bay in the western part of the algerian coast. *Desalination and Water Treatment*, 52(13-15) :2850–2855.
- [Dubreil, 2020] Dubreil, E. (2020). *Résidus marqueurs de colorants dans les poissons d'aquaculture : étude du métabolisme des colorants chez le poisson par des modèles in vitro et in vivo*. PhD thesis, Rennes 1. 231 pages.
- [Duret, 1999] Duret, J. (1999). Relations entre aquaculture et environnement : Cas de la france. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 43 :45–54.
- [Fabet Z/TIIA, 2014] Fabet Z/TIIA, S. (2014). contribution à l'étude de la contamination bactériologique chez la sardinelle ronde sardinella aurita (valenciennes,1847) pêchée au large de honaïne (wilaya de tlemcen). Master's thesis, Université de Tlemcen. 90 pages.

- [FAO, 1995] FAO (1995). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 1995.
- [FAO, 2002] FAO (2002). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2002.
- [FAO, 2009] FAO (2009). La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture.
- [FAO, 2020] FAO (2020). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2020.
- [FAO, 2022] FAO (2022). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2022.
- [Grigorakis, 2007] Grigorakis, K. (2007). Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*sparus aurata*) and sea bass (*dicentrarchus labrax*) and factors affecting it : A review. *Aquaculture*, 272(1-4) :55–75.
- [Hakim, 2021] Hakim, A. (2021). Contribution à l'analyse des polluants métalliques chez une espèce de poisson cas du rouget de roche (*mullus surmuletus*) dans le port de honaine (wilaya de tlemcen). Master's thesis, Université de Tlemcen. 86 pages.
- [IAEA, 2003] IAEA (2003). Traces elements and methylmercury. Technical report, International atomic energy agency.
- [Jebali et al., 2009] Jebali, J., Ghedira, J., Bouraoui, Z., Ameer, S., Gherbej, H., and Boussetta, H. (2009). etude quantitative et qualitative des métallothioneines chez la daurade.
- [Kadem and Lahsaini firdaouce, 2021] Kadem, F. and Lahsaini firdaouce, k. (2021). L'enquête sur l'aquaculture marin et continentale dans la wilaya de tlemcen. Master's thesis, Université de Tlemcen. 74 pages.
- [Karoui et al., 2021] Karoui, R., Boughattas, F., and Chéné, C. (2021). Classification of sea bream (*sparus aurata*) fillets subjected to freeze-thaw cycles by using front-face fluorescence spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 308 :110678.
- [Lafendi, 2017] Lafendi, M. (2017). Recherche de quelques métaux lourds chez la crevette et le calamar importés et commercialisés à tlemcen : étude comparative. Master's thesis, Université de Tlemcen. 43 pages.
- [Lamare et al., 2021] Lamare, V., Castillo, J.-P., and Pastor, J. (2021). Dorade (daurade) royale. *sparus aurata*. <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/465>. [consulté en ligne le 03 Avril 2023].
- [Maouedj and Khaldi, 2015] Maouedj, M. and Khaldi, H. (2015). Centre halieutique et divertissement marin a ain temouchent. Master's thesis, Université de Tlemcen. 148 pages.
- [Marçais, 2000] Marçais, G. (2000). *Honain*. Number 23. Éditions Peeters.
- [Mesbah, 2014] Mesbah, A. (2014). Evaluation de la pollution par les métaux lourds dans quelques organes de l'espèce de poisson *trachurus trachurus* l.(la saurel) sur le littoral de ghazaouet. Master's thesis, Université de Tlemcen. 58 pages.

- [mpeche, 2022] mpeche, M. d. p. (2022). Dorade. Technical report.
- [Nadji, 2022] Nadji, B. (2022). Contribution à un essai de conception d'une ferme aquacole sur le littoral d'el ouardania (wilaya ain témouchent). Master's thesis, Université de Tlemcen. 56 pages.
- [Nafai, 2020] Nafai, A. (2020). Etude bibliographique de l'aquaculture dans la region de tiaret. Master's thesis, Université Ibn khaldoun Tiaret. 82 pages.
- [Nemous and Nechniche, 2022] Nemous, O. and Nechniche, F. (2022). Etude de la qualité hygiénique de la daurade royale «sparus aurata»(linnaeus, 1758) élevée à mostaganem. Master's thesis, Université de Mostaganem. 89 pages.
- [ONS, 2020] ONS (2020). Les statistiques de la pêche rétrospective 2010-2019. [https://www.ons.dz/IMG/pdf/peche2010\\_2019.pdf](https://www.ons.dz/IMG/pdf/peche2010_2019.pdf). [consultenligne23Mai2023].
- [Orbi and Berraho, 1999] Orbi, A. and Berraho, A. (1999). Potentialités de l'aquaculture marocaine. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 43 :77–81.
- [Oussaid, 2006] Oussaid, M. (2006). Vue générale du secteur aquacole national - algérie. Technical report, Division des pêches et de l'aquaculture de la FAO. [consulté en ligne le 10 Avril 2023].
- [Person-Le et al., 1980] Person-Le, J., Verillaud, P., et al. (1980). Techniques d'élevage intensif de la daurade dorée (sparus aurata (l.)) de la naissance à l'âge de deux mois. *Aquaculture*, 20(4) :351–370.
- [Rezzi et al., 2007] Rezzi, S., Giani, I., Héberger, K., Axelson, D. E., Moretti, V. M., Reniero, F., and Guillou, C. (2007). Classification of gilthead sea bream (sparus aurata) from 1h nmr lipid profiling combined with principal component and linear discriminant analysis. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(24) :9963–9968.
- [Riandey et al., 1980] Riandey, C., Gavinelli, R., and Pinta, M. (1980). Influence de la vitesse de chauffage sur l'atomisation électrothermique en spectrométrie d'absorption atomique. applications aux éléments volatils, cadmium et plomb. *Spectrochimica Acta Part B : Atomic Spectroscopy*, 35(11-12) :765–773.
- [Tahlaiti and Aissaoui, 2016] Tahlaiti, A. and Aissaoui, A. (2016). Eco-toxicologie d'un milieu marin (crique de salamandre). Master's thesis, Université de Mostaganem. 124 pages.
- [Taieb et al., 2011] Taieb, A., HADJ Ghorbel, M., Hajji, F., Hamida, N. B. H., and Jarboui, O. (2011). Contribution a l'étude du regime alimentaire de sparus aurata (teleostei, sparidae) du golfe de gabes (tunisie). *Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (Centre de Sfax)*, page 6.

- [Taieb et al., 2010] Taieb, A. H., Ghorbel, M., Hamida, N. B. H., and Jarboui, O. (2010). Période de ponte et taille de première maturité sexuelle de la daurade royale *sparus auratus* dans les côtes sud de la tunisie. *cal*, 2(1) :2.
- [Topanou et al., 2020] Topanou, N., Gbaguidi, J. G., Essegbemon, A., Josse, R. G., Mama, D., and Aminou, T. (2020). Assessment of some heavy metals in fresh fish (*oreochromis aureus*) : Case of toho lake in south eastern benin, west africa. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8(3) :159–172.
- [Vandeputte, 2011] Vandeputte, M. (2011). Les infrastructures de recherche aquacole. In *Colloque Allenvi*, pages 16–diapositives.
- [Web1, 2022] Web1 (2022). Banque mondiale. <https://www.banquemondiale.org/fr/home>. [consulté en ligne le 15 Mai 2023].
- [Web2, 2023] Web2 (2023). Aquaculture :18 projets privées a tlemcen. <https://www.algerie-eco.com>. [consulté en ligne le 30 mars 2023].
- [Web3, 2018] Web3 (2018). *Daurade royale*. VALPEM. mediterranee sauvage.
- [Yuhei et al., 2020] Yuhei, N., Benoit, C., Garnier, J., Theo, G., and Adrien, F. (2020). Dorade royale, daurade. <https://www.fishipedia.fr/fr/poissons/sparus-aurata>. [consulté en ligne le 04 Avril 2023].
- [Zaragozá et al., 2013] Zaragozá, P., Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Vivancos, J.-L., Rizo, A., Ros-Lis, J. V., Barat, J. M., and Martínez-Máñez, R. (2013). Evaluation of sea bream (*sparus aurata*) shelf life using an optoelectronic nose. *Food chemistry*, 138(2-3) :1374–1380.