

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

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

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur-
Startup et de master en Science de la Mer

Option : Biotechnologie marine

Thème :

**Qualité microbiologique et teneurs en éléments traces
métalliques chez les poissons comestibles, risques sanitaires
potentiels : cas de la région algéroise**

Présenté par :

KHEMISSA Yasmine.

MEDDAH Asma

Soutenu le (21/09/2023), devant le jury composé de :

Mme. LOUANCHI F.	Professeur	ENSSMAL	Présidente
M. KADA M.	Maître-assistant A	ENSSMAL	Promoteur
Mme. KHELIFA N.	Maitre conférence A	ENSSMAL	Examinatrice
Mme. MAOUEL D.	Maitre conférence A	ENSSMAL	Examinatrice
Mme. MAHI F.	Membre	ENVREDET	Examinatrice
Mme. NADJI H.	Ingénieur	CRD	Invité

2022/2023

Remerciements

Nous remercions ALLAH qui nous guide toujours dans la bonne voie de la science et de la connaissance, pour nous avoir donné la volonté, le courage et la santé pour arriver à terminer nos études et réaliser ce modeste travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier notre encadrant Monsieur KADA, pour sa guidance précieuse et son expertise tout au long de ce projet. Vos conseils avisés, votre patience et votre encouragement nous ont permis de mener à bien cette étude. Nous sommes reconnaissantes pour cette opportunité d'apprendre à vos côtés.

Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance à nos professeurs et enseignants qui nous ont transmis des connaissances essentielles tout au long de notre parcours académique. Vos enseignements ont été une source d'inspiration pour ce mémoire.

Nous remercions aussi madame NADJI pour sa gentillesse et le soutien qu'elle nous a apporté lors de notre stage, ainsi que toute l'équipe du CRD Sonatrach et également toute l'équipe de Sidi Fredj qui nous ont ouvert leurs portes et ont contribué à la réalisation de cette étude.

Nous tenons à remercier le personnel de BLUE INCOBATOR pour la formation et l'apprentissage qu'ils nous ont apporté, mais aussi Monsieur LOUBAR pour nous avoir guidés vers la bonne réalisation de notre projet startup.

Nous remercions chaleureusement nos familles pour leur soutien indéfectible et leur compréhension pendant les moments intenses de notre recherche. Votre amour et votre encouragement ont été notre moteur.

Nos amis et collègues méritent également nos remerciements pour les discussions stimulantes et le soutien moral qu'ils nous ont apporté. Leur présence a rendu ce voyage encore plus enrichissant.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à cette étude, ainsi que toutes celles dont les travaux précédents ont contribué à la base de connaissances sur laquelle repose ce mémoire.

Ce travail représente le fruit de nombreuses heures de recherche et d'efforts, et nous sommes honorées d'avoir eu l'opportunité de le réaliser. Merci à tous ceux qui ont rendu cela possible.

Yasmine & Asma

Liste des figures

Figure 1 : <i>Sparus aurata</i> (FAO 2009)	3
Figure 2 : Principaux pays producteurs de <i>Sparus aurata</i> (FAO, 2006).....	4
Figure 3 : Cycle de production de <i>Sparus aurata</i> , systeme extensif (FAO, 2009).....	5
Figure 4 : <i>Mullus barbatus</i> (Fischer, 1987).....	6
Figure 5 : La distribution de <i>Mullus barbatus</i> (FAO, 2023)	7
Figure 6 : <i>Pagellus erythrinus</i> (Image de Dominique HORST, 2009).....	8
Figure 7 : Répartition géographique de <i>Pagellus</i> (AquaMaps, 2019).....	10
Figure 8 : Transport sanguin du plomb et redistribution dans les tissus (Olivier et al., 2017).....	15
Figure 9 : Situation de la Baie d'Alger.	25
Figure 10 : préparation des poissons pour la dissection	26
Figure 11 : Prélèvement du 25g de la chaire pour les analyses	27
Figure 12 : Coloration de gram sous microscope.....	30
Figure 13-: Le test d'oxydase	31
Figure 14-test catalase: A. test négatif; B. test positif	31
Figure 15-résultat du test de coagulase	32
Figure 16:galerie API 20 après incubation.....	32
Figure 17:Schéma de principe d'un spectromètre de masse ICP.	35
Figure 18 : Organigramme de d'absorption atomique sans flamme	37
Figure 19 : Variations des concentrations des métaux lourds analysés dans les trois espèces de poissons (en µg/g de poids frais)	47
Figure 20 :Prototype pour notre carte de visite	83

Liste des tableaux

Tableau 1- pathologies résultantes de l'action du Cadmium sur les organes cibles.....	17
Tableau 2-Résultat de dénombrement de la flore aérobie à 30°C.	41
Tableau 3-Résultat de dénombrement de staphylocoques à coagulase positive.....	42
Tableau 4-Résultat de dénombrement des coliformes thermotolérants.....	42
Tableau 5-Résultat de dénombrement des salmonelles.....	43
Tableau 6-Tableau récapitulatif de la qualité microbiologique globale des poissons étudiés.....	43
Tableau 7-concentration du plomb, d'arsenic, du cadmium et du mercure dans la chair des poissons étudiés.....	44
Tableau 8-Résultats des teneurs globales en As, Hg, Pb et Cd du pageot, daurade et rouget de vase (en µg).	46
Tableau 9 : Estimation de l'apport quotidien de Hg, Pb, As et de Cd provenant de la consommation de la chair des trois poissons.	48
Tableau 10 : Le quotient du risque cible et l'indice de danger HI.	49

Liste des acronymes

AIEA : Agence Internationale de l'Énergie Atomique.

API : Appareillage et Procédé Identification.

As : Arsenic.

C° : Degré Celsius.

Cd : Cadmium

cm : centimètre

CRD : Centre de recherche

DHTP : Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire.

DJE : Dose Journalière d'exposition.

ETM : Élément Trace Métallique.

FAO : Organisation des Nations Unis pour Alimentation.

FMAT : Flore Mésophile Aérobie totale

Gélose SS : Gélose Salmonella-Shigella.

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

Hg : Mercure.

HNO₃ : Acide Nitrique.

JECFA : Comité d'Experts sur Additifs Alimentaires.

JORA : Journal officiel de la république algérienne.

LD : Limite de détection.

LQ : Limite de Quantification.

M.P.R.H : Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.

M: Valeur maximal.

m: Valeur minimal.

NF : Non fait

OMS : Organisation Mondiale de la santé.

Pb : Plomb.

Pc : Poids Corporel Individuel.

PCA : Plate Count Agar, Gélose pour comptage sur plaque.

S : Satisfaisante.

SAA : Spectrophotométrie Absorption Atomique.

UFC : Unité Formatrice de Colonie.

Introduction.....	1
<i>Généralités</i>	1
I.1. Les poissons comestibles ciblés.....	3
I.1.1. La daurade royale (<i>Sparus aurata</i>)	3
I.1.1.1. Définition.....	3
I.1.1.2. Position systématique	3
I.1.1.3. Caractérisation	4
I.1.1.4. Biologie et habitat	4
I.1.1.5. Reproduction.....	5
I.1.1.6. Alimentation.....	5
I.1.2. Rouget de vase (<i>Mullus barbatus</i>).....	5
I.1.2.1. Définition.....	5
I.1.2.2. Position systématique	6
I.1.2.3. Caractérisation	6
I.1.2.4. Biologie et habitat	7
I.1.2.5. Reproduction.....	7
I.1.2.6. Alimentation.....	8
I.1.3. Pageot commun (<i>Pagellus erythrinus</i>)	8
I.1.3.1. Définition.....	8
I.1.3.2. Position systématique	9
I.1.3.3. Caractérisation	9
I.1.3.4. Biologie et habitat	9
I.1.3.5. Alimentation.....	10
I.1.3.6. Reproduction.....	10
I.2. Devenir des polluants dans le milieu marin	10
I.3. Les éléments traces métalliques	11
I.3.1. Définition	11
I.3.2. Les types des éléments traces métalliques	11
I.3.2.1. Essentiels (oligoéléments).....	11
I.3.2.2. Non essentiels ou toxiques.....	11
I.3.3. Problématique des éléments traces métalliques.....	11
I.3.4. Accumulation des métaux lourds dans les poissons	12
I.3.4.1. La bioaccumulation	12
I.3.5. Le Plomb	13
I.3.5.1. Définition.....	13

I.3.5.2. Source de contamination	13
I.3.5.3. Le plomb en milieu marin.....	13
I.3.5.4. La toxicité du plomb	14
I.3.6. Le Cadmium	15
I.3.6.1. Définition	15
I.3.6.2. Source de contamination	15
I.3.6.3. Le cadmium en milieu marin	16
I.3.6.4. La toxicité du Cadmium	16
I.3.7. L’Arsenic	17
I.3.7.1. Définition	17
I.3.7.2. Source de contamination	17
I.3.7.3. L’Arsenic en le milieu marin	18
I.3.7.4. La toxicité de l’Arsenic.....	19
I.3.8. Le mercure.....	19
I.3.8.1. Définition	19
I.3.8.2. Source de contamination	19
I.3.8.3. Le mercure en milieu marin	20
I.3.8.4. La toxicité du mercure.....	20
I.4. Qualité microbiologique des poissons frais.....	21
I.4.1. Contamination endogène ou primaire	21
I.4.2. Contamination exogène ou secondaire.....	22
I.4.2.1. Paramètres microbiologiques de qualité des poissons frais	22
I.4.2.2. Flore aérobie à 30°C	22
I.4.2.3. Les coliformes thermotolérants	22
I.4.2.3.1. Escherichia coli	23
I.4.2.4. Les staphylocoques	23
I.4.2.5. Les salmonelles.....	23
<i>Matériel et méthodes</i>	3
II.1. Zone d’échantillonnage	25
II.2. Echantillonnage	25
II.3. Analyse de la qualité microbiologique.....	26
II.3.1. Prétraitement	26
II.3.2. Isolement et dénombrement	27
II.3.2.1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C	27
II.3.2.2. Dénombrement des coliformes thermotolérants	28

II.3.2.3. Dénombrement des Staphylococcus à coagulase positif	28
II.3.2.4. La recherche des salmonelles	29
II.3.3. Confirmation biochimique et identification	29
II.3.3.1. Coloration de Gram	29
II.3.3.2. Test oxydase	30
II.3.3.3. Test de catalase	31
II.3.3.4. Test de la coagulase	32
II.3.3.5. Galerie API	32
II.4. Détermination de la teneur en éléments trace métalliques	33
II.4.1. Conditionnement du matériel	33
II.4.2. Prétraitement des échantillons	33
II.4.3. Lyophilisation et broyage	33
II.4.5. La minéralisation	34
II.4.6. Analyse des éléments traces métalliques.....	34
II.4.6.1. Analyse par ICP-MS.....	35
II.4.6.1.2. Principe	35
II.4.6.1.2. Appareillage	35
II.4.6.2. Analyse par Spectroscopie d’Absorption Atomique (SAA).....	36
II.4.6.2.1. Appareillage	37
II.4.7. Détermination des concentrations en ETM	38
II.4.7.1. Poids corrigé de l’échantillon biologique	38
II.4.7.2. Expression des résultats	38
II.5. Evaluation des risques des ETM sur la santé de l’homme.....	39
II.5.1. La Dose Journalière d’Exposition (DJE).....	39
II.5.2. Le quotient du risque cible « THQ »	39
<i>Résultats et discussion</i>	25
III.1. Analyse de la qualité microbiologique.....	41
III.1.1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C	41
III.1.2. Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive	41
III.1.3. Dénombrement des Coliformes thermotolérants.....	42
III.1.4. Dénombrement des salmonelles.....	43
III.1.5. Qualité microbiologique globale	43
III.2. Résultats d’analyse des éléments traces métalliques	44
III.2.1. Qualité de la chair des poissons analysés.....	44
III.2.2. Les teneurs globales des éléments de traces métalliques	46

III.3. Evaluation de risque sur la santé de l'homme	48
III.3.1. Dose journalière d'exposition « DJE »	48
III.3.2. Le quotient du risque cible « THQ »	49
Conclusion	51
Références bibliographiques	56
<i>Annexes</i>	56

Introduction

Introduction

La santé humaine est un sujet qui attire l'attention des scientifiques comme une priorité depuis des années car elle peut être affectée par de nombreux facteurs tels que les bactéries et les métaux lourds. Ces facteurs peuvent être un résultat d'une exposition, à court ou bien à long terme, à des sources comme les produits chimiques ou des toxines par un contact cutané, inhalation, mais principalement par voie digestive (**Canada.ca, 2012**)

La consommation des produits de la pêche, et plus particulièrement des poissons, est en augmentation dans le monde en raison de leur qualité nutritionnelle et de leur effets bénéfiques sur la santé. En effet, ils fournissent au moins 20 % d'apport en protéines animales (**FAO, 2006**).

Cependant, leur environnement est une solution extrêmement complexe de constituants minéraux et organiques. Les poissons comme tous les organismes aquatiques sont soumis à de multiples agressions d'origines anthropiques et naturelles. On parle donc de la pollution par les métaux lourds et la contamination par les microorganismes (**Cossa, 1987**).

La qualité microbienne et la teneur en éléments traces métalliques sont des paramètres importants dans de nombreux domaines tels que l'industrie alimentaire, la santé publique, l'environnement, etc. (**Ouali, 2016. Revol et Leclère, 2014**)

La qualité microbiologique fait référence à la présence ou à l'absence de micro-organismes dans un échantillon donné, tandis que la teneur en métaux traces fait référence à la quantité de métaux présente dans l'échantillon.

La présence des éléments traces métalliques (ETM) dans les milieux aquatiques induit des effets dévastateurs sur la balance écologique de l'environnement aquatique (**Katemo Manda et al., 2010**), et génère des répercussions à long terme sur la santé humaine et l'écosystème.

Le transfert de bactéries et virus rencontrés en eau de mer vers les consommateurs des fruits de mer et des poissons peuvent engendrer de grands risques comme : diarrhées, vomissements, maladies cutanées et respiratoires, gastro-entérites, dysenteries et hépatites (**Benadda, 2019**).

Cette étude s'est focalisé sur trois espèces de poissons, pêchés dans la baie d'Alger, à savoir la daurade royale, le pageot commun et le rouget de vase. En vue de leurs disponibilités et de leurs importances commerciales.

L'objectif de l'étude était, d'une part l'estimation des risques sanitaires probables dus à la consommation de ces poissons en déterminant les taux de la flore aérobie à 30°C, des coliformes thermotolérants, des salmonelles et des staphylocoques à coagulase positif.

Et d'autre part, la détermination des teneurs de quelques métaux lourds qui sont les plus problématiques dans l'environnement, en vue de leurs capacités à s'accumuler dans la chaîne alimentaire et leur toxicité. Les métaux ciblés sont : le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As) et le cadmium (Cd).

Le présent document aborde trois parties :

- Une première partie consacrée pour la recherche bibliographique qui donne des informations sur les poissons, les éléments traces métalliques, la pollution avec une vue générale sur la qualité de la baie d'Alger ainsi qu'une présentation des trois espèces étudiés.
- La seconde étape énonce le matériel biologique utilisé et les méthodologies de recherche adoptées.
- La troisième étape du manuscrit présente les résultats obtenus au cours de l'étude et leurs discussions suivie d'une conclusion.

Chapitre I :

Généralités

Chapitre I. Généralités

I.1. Les poissons comestibles ciblés

I.1.1. La daurade royale (*Sparus aurata*)

I.1.1.1. Définition

Sparus aurata est un Sparidé subtropical appartenant à l'ordre des perciformes. Cette espèce est commune en Méditerranée occidentale (Med- Ouest), moins fréquente à l'est et au sud-est, très rare en Mer Noire et dans l'Atlantique oriental (FAO 2009), avec une production de 258,754 tonnes métriques en 2019 (In Boglione C 2022). Elle est commercialisée frais, réfrigérés et congelés (fig.1).

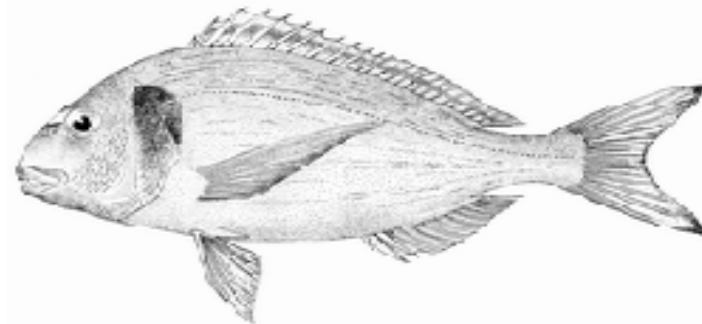


Figure 1 : *Sparus aurata* (FAO 2009)

I.1.1.2. Position systématique

Selon Linnaeus (1758), sa position est comme suit :

Règne : **Animalia**

Embranchement : **Chordata**

Sous-embranchement : **Vertebrata**

Super classe : **Ostreichthyes**

Classe : **Actinoptérygiens**

Ordre : **Perciformes**

Famille : **Sparidae**

Genre : **Sparus**

Espèce : ***Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)**

I.1.1.3. Caractérisation

Le corps est ovale, comprimé latéralement et assez élevé, la tête est bombée. La bouche est basse avec des lèvres épaisses. Elle présente à l'avant de chaque mâchoire 4 à 6 canines massives, puis 2 à 4 rangées de molaires.

Entre les deux yeux, un bandeau frontal doré bordé de noir est observé, ainsi qu'une grande tache sombre et allongée sur le haut de l'opercule, au début de la ligne latérale. L'extrémité de la nageoire caudale est bordée de noir. Une ligne noire peut aussi être observée sur sa longue nageoire dorsale (LAMARE, 2021).

I.1.1.4. Biologie et habitat

La daurade royale se rencontre souvent, solitaire ou en petit groupe, à faible profondeur dans la zone des brisants, ainsi que sur les herbiers de posidonie et les fonds sableux. Elle fréquente aussi les zones saumâtres (estuaires des fleuves, lagunes). Les juvéniles ne dépassent pas 30 m de profondeur, alors que les adultes peuvent descendre jusqu'à 150 m (FAO 2006). Les daurades royales étaient cultivées extensivement dans les lagunes côtières et les étangs salés.

Cette espèce est commune en mer Méditerranée, très fréquente en bassin occidentale (fig. 2), qu'à l'est et au sud-est. Elle est rencontrée aussi, avec une moindre fréquence en mer Noire et dans l'Atlantique oriental (FAO 2006).

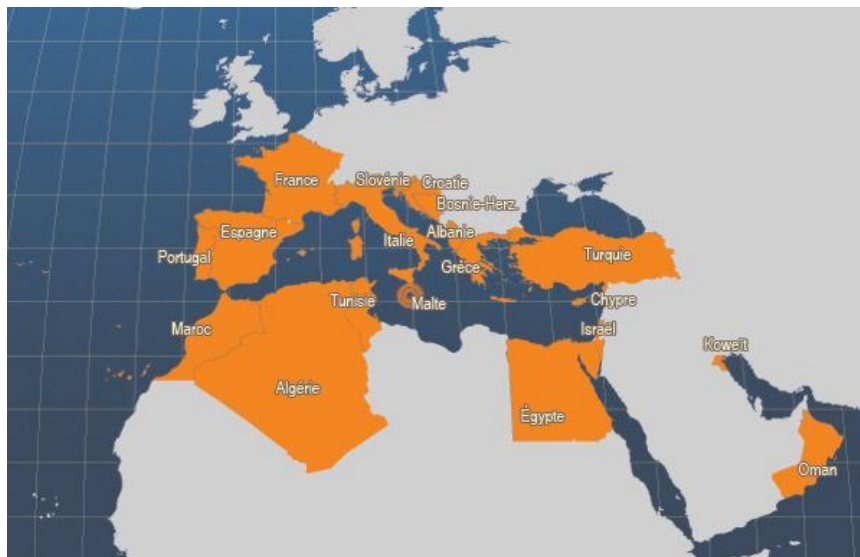


Figure 2 : Principaux pays producteurs de *Sparus aurata* (FAO, 2006)

I.1.1.5. Reproduction

Nés en mer ouverte durant octobre-décembre, les juvéniles migrent au début du printemps vers des eaux côtières abritées, où ils peuvent trouver des ressources trophiques abondantes et des températures plus douces (**fig. 3**). Très sensibles aux faibles températures (la limite létale inférieure est 4 °C), à la fin de l'automne ils retournent en mer ouverte, où les adultes se reproduisent (**FAO, 2009**).

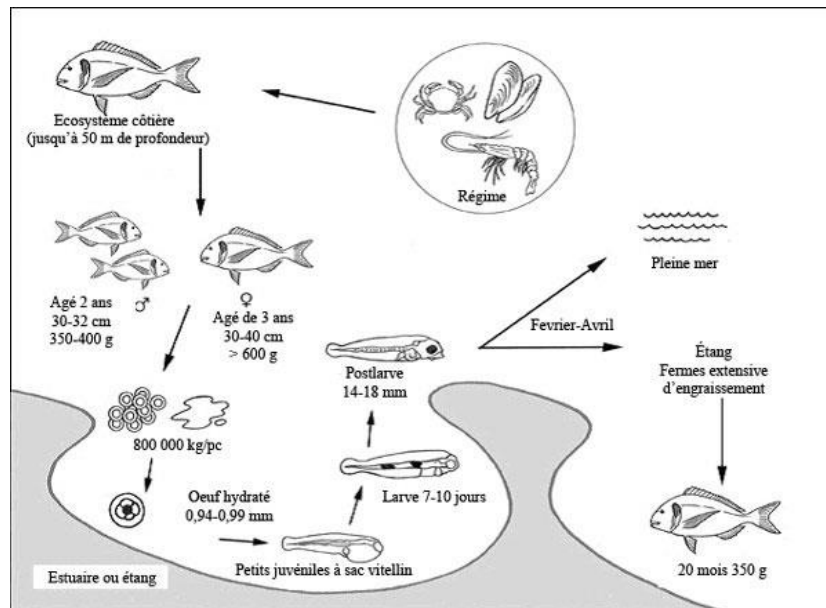


Figure 3 : Cycle de production de *Sparus aurata*, système extensif (FAO, 2009)

I.1.1.6. Alimentation

La daurade se nourrit principalement de crustacés et de mollusques, dont elle broie les coquilles grâce à ses puissantes molaires. Cette capacité lui a valu le surnom de « gueule pavée » (**FAO, 2009**).

I.1.2. Rouget de vase (*Mullus barbatus*)

I.1.2.1. Définition

Mullus barbatus est un poisson de petite taille avec un corps légèrement comprimé (**fig. 4**). L'œil est situé près du profil dorsal, les proportions relatives des yeux et du museau changent au cours de la croissance, ce dernier est court et très pentue avec deux barbillons épais sur le menton pouvant se replier sur la gorge dans un sillon médian (**Fischer, 1987**).

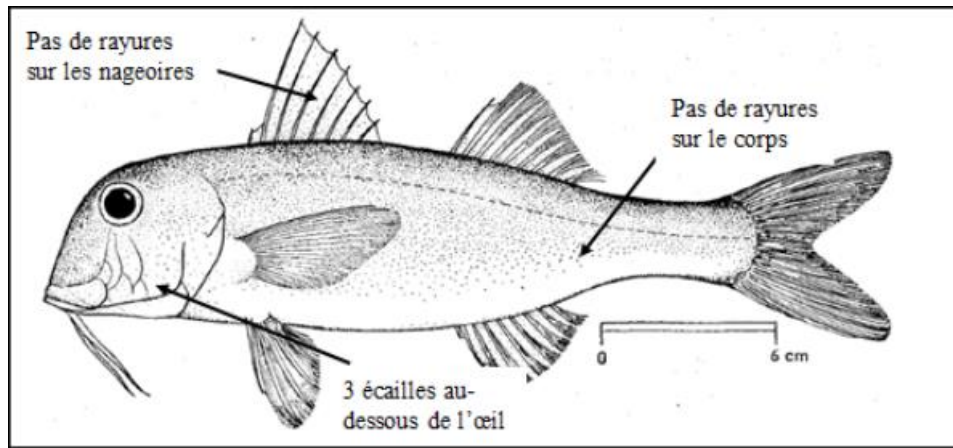


Figure 4 : *Mullus barbatus* (Fischer, 1987)

I.1.2.2. Position systématique

Selon **Linnaeus (1758)**, sa position est comme suit :

Règne : **Animalia**

Embranchement : **Chordata**

Sous-embranchement : **Vertebrata**

Super classe : **Ostreichthyes**

Classe : **Actinoptérygiens**

Ordre : **Perciformes**

Famille : **Mullidae**

Genre : **Mullus**

Espèce : **Mullus barbatus Linnaeus, 1758**

I.1.2.3. Caractérisation

Il a deux nageoires dorsales bien séparées, la première à 7-8 épines, la seconde à 1 épine et 7-8 rayons mous. Les écailles sont grosses et légèrement cténoïdes et très caduques. Ainsi que la présence de 3 écailles sous-orbitaires ; chez les adultes le maxillaire dépasse le niveau du bord antérieur de l'œil (**Fischer, 1987**).

La tête du *Mullus barbatus* est massive, avec un profil abrupt, busqué au droit des yeux. Il n'a pas de dent à la mâchoire supérieure, ni d'épine sur le bord de l'opercule.

Ses joues possèdent trois grandes écailles, la plus petite, incolore, étant souvent arrachée. Ses écailles sont grandes et très caduques. Sa ligne latérale est bien marquée.

I.1.2.4. Biologie et habitat

Les populations du rouget évoluent dans la mer Méditerranée et dans l'Atlantique oriental, le long des côtes européennes et africaines ; dans les îles britanniques (occasionnellement la Scandinavie), les Açores et les îles Canaries (**fig. 5**).

C'est une espèce benthique des fonds boueux du plateau continental, de 10 à près de 500 m de profondeur (**Fischer, 1987**). Elle est également présente sur les graviers et les fonds sableux.

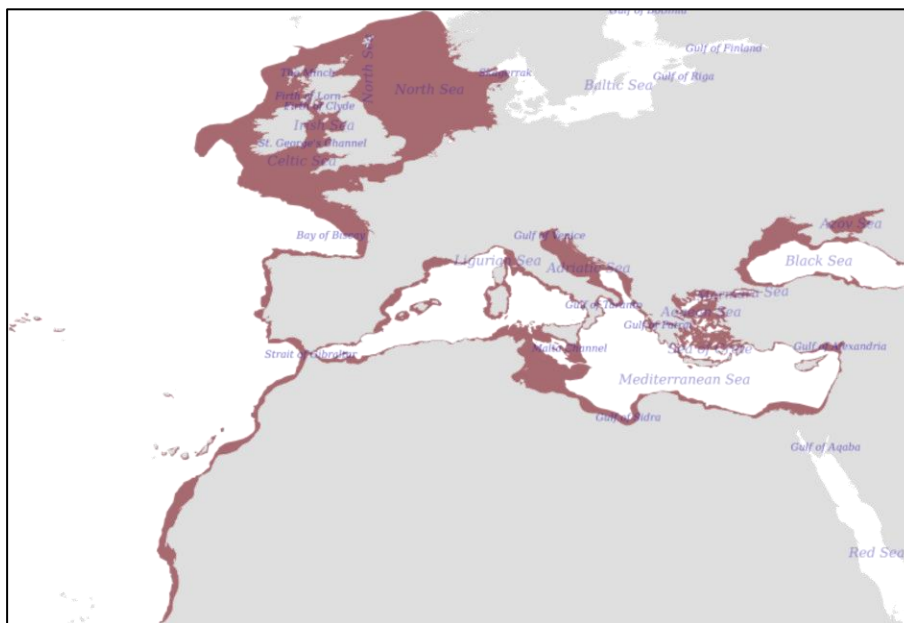


Figure 5 : La distribution de *Mullus barbatus* (FAO, 2023)

I.1.2.5. Reproduction

La période de reproduction du Rouget-barbet s'étend du printemps à l'été. La taille à la première maturité sexuelle est de 103 mm chez le mâle et de 138 mm chez la femelle. La sex-ratio est en faveur des femelles durant presque toute l'année.

La période de reproduction varie d'une zone à une autre. En Algérie, elle se situe entre avril et juin, tandis qu'au Maroc, c'est entre avril et septembre (**Layachi et al., 2007**).

Dans la côte oranaise, la taille à la première maturité sexuelle pour les mâles est estimée à 13,6 cm et 14,5 pour les femelles, avec une période de ponte entre avril et juillet (**Hebbar, 2012**).

I.1.2.6. Alimentation

Mullus barbatus se nourrissent principalement de petits invertébrés benthiques (crustacés, vers, échinodermes, mollusques, etc.) (**Fischer, 1987**).

Sur les côtes algériennes, il présente une préférence pour les crustacés, et ses proies secondaires sont représentées par les mollusques et les vers, les restes de foraminifères, Ophiures, des larves de décapodes, des siponeuliens, des spicules de spongiaires, des gorgones, d'alevins et de poissons constituent des proies inattendues (**Aissat, 2010**).

I.1.3. Pageot commun (*Pagellus erythrinus*)

I.1.3.1. Définition

Pagellus erythrinus, en référence évidente à la couleur dominante (**fig 6**), appartient à la famille Sparidae. Il est considéré comme une ressource halieutique appréciée, d'une longueur habituelle en captures de 10 à 30 cm et peut atteindre 60 cm. (**Bauchot, M. L., 1986**)

Cette espèce montre un hermaphrodisme protogynique, où les femelles deviennent mâles à des tailles entre 12.8 and 20.3 cm (**Livadas, R. J, 1989 ; G. Metin et al, 2011**). Il peut être trouvé à des profondeurs allant de 20 à 100 m, atteignant même 320 m dans diverses régions. (**Bauchot et al., 1987**).



Figure 6 : *Pagellus erythrinus* (Image de Dominique HORST, 2009)

I.1.3.2. Position systématique

Selon **Linnaeus (1758)**, sa position est comme suit :

Règne : **Animalia**

Embranchement : **Chordata**

Sous-embranchement : **Vertebrata**

Super classe : **Ostreichthyes**

Classe : **Actinoptérygiens**

Ordre : **Perciformes**

Famille : **Sparidae**

Genre : **Pagellus**

Espèce : **Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758)**

I.1.3.3. Caractérisation

Le pageot commun a un long corps ovale avec des côtés aplatis et des nageoires pectorales pointues, de la même longueur que la tête. La nageoire caudale est grande et fourchue, rose avec des reflets argentés. Les flancs sont plus clairs et le ventre est blanchâtre. L'intérieur de la bouche est blanc ou gris. Parfois une marque rouge foncé à la base du dernier rayon dorsal. (**Fellouh & Benarbia 2022**)

I.1.3.4. Biologie et habitat

Le pageot commun est un poisson démersaux sur fonds variés (roches, graviers, sable, vase) allant jusqu'à 320 m, plus communs de 20 à 100 m. Il est rencontré dans les eaux plus profondes en hiver qu'en été (**Bauchot et al., 1987**).

Il entre parfois dans les ports. Les jeunes sont plus communs près des côtes à caractère grégaire que les adultes qui fréquentent les eaux profondes (**Pajuelo et al., 1998 ; Abidkachour. S, 2014**).

La répartition du pageot est signalée dans l'ensemble de la Méditerranée et en Atlantique oriental entre 60°N et 10°N (**fig. 7**).



Figure 7 : Répartition géographique de *Pagellus* (AquaMaps, 2019).

I.1.3.5. Alimentation

Il est omnivore à prédominance carnivore (petits poisson et invertébrés benthiques). L'espèce est euryphage se nourrit principalement de crustacés et de mollusque (proies préférentielles), secondairement d'annélides et d'échinodermes. Le spectre alimentaire de pageot commun varie en fonction de saison, de la reproduction, de la température et de la disponibilité des proies dans le milieu (Bauchot , et al, 1990).

I.1.3.6. Reproduction

La reproduction a lieu lorsque la température de l'eau est entre 19 et 21 °C (Fischer et al., 1987), de mai à août (Méditerranée), de mars à juillet (sud Portugal).

I.2. Devenir des polluants dans le milieu marin

Certains polluants, notamment chimiques, peuvent être véhiculés à l'état dissous dans la masse d'eau. Le pouvoir de dilution, fait que les concentrations finissent par atteindre des valeurs très faibles et deviennent moins dangereuses. D'autres se fixent sur le matériel particulaire et ont donc un comportement lié au sédiment (transport en suspension ou en charriage près du fond). Ils se trouvent principalement adsorbés sur la fraction organique liée à la vase. En général, un endroit vaseux aura plus de risque d'être pollué qu'un endroit sableux (Ifremer, 2004)

I.3. Les éléments traces métalliques

I.3.1. Définition

Ce sont des métaux lourds présents spontanément dans l'environnement à l'état de traces caractérisés par une masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 . La plupart des ETM sont très faiblement volatiles et ne sont pas biodégradables, ce qui leur confère un grand pouvoir d'accumulation dans tous les compartiments de la biosphère (**Casas, 2005 ; Lamprea-Maldonado, 2009**).

I.3.2. Les types des éléments traces métalliques

I.3.2.1. Essentiels (oligoéléments)

Les métaux lourds essentiels sont des éléments indispensables, à l'état de trace, pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (**Kabata-Pendias et Pondias, 2001**).

A fortes doses, ils sont toxiques et peuvent être à l'origine de complications fonctionnelles importantes et de troubles de santé graves suite de la consommation de produits halieutiques contaminés qui causent une détérioration sérieuse de la santé (**Ndome et al., 2010 ; Said et al., 2013**). C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn) et du fer (Fe). (**Adriano, 2001**).

I.3.2.2. Non essentiels ou toxiques

Ces métaux lourds toxiques ont un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration, ils n'ont aucuns effets bénéfiques connus pour la cellule (**Baker et Walker, 1989**).

Leur toxicité se développe par bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire. Ce processus se traduit par la possibilité pour une espèce donnée de concentrer un toxique donné à partir du milieu extérieur (**Boutiba, 2004**). C'est le cas du plomb (Pb), du mercure (Hg), du cadmium (Cd) et de l'Arsenic (As) (**Nies, 1990**).

I.3.3. Problématique des éléments traces métalliques

Les pollutions d'origine métallique est un problème d'actualité qui préoccupe toutes les régions soucieuses de maintenir leur patrimoine côtier à un haut degré de qualité (**Ben Bouih et al., 2005**).

Ces ETM peuvent être très dangereux pour la santé de l'Homme et pour les autres êtres vivants lorsqu'ils sont présents dans l'environnement ou dans les aliments à des concentrations élevées (**Fakayode, 2005**).

La place des poissons comme importante composante du régime alimentaire humain, engendre donc des préoccupations relatives à la santé humaine. (**Smatti et Keddari 2019**).

I.3.4. Accumulation des métaux lourds dans les poissons

La cellule utilise normalement une dizaine de métaux qui interviennent dans les principales réactions cellulaires au niveau enzymatique. Aussi, les métaux les plus toxiques sont-ils ceux qui peuvent former des complexes organométalliques stables, en jouant le rôle d'inhibiteurs, voire d'inactivateurs enzymatiques. Ce sont les formes organométalliques qui deviennent biologiquement absorbables (**Labat et al. 1977**).

L'absorption directe des métaux à partir du milieu s'effectue chez les poissons soit par la peau, soit par les branchies et elle peut être attribuée soit à des transports actifs, lorsque la concentration métallique est faible (traces), soit à des perméations passives dans les autres cas (**Saltman et coll., 1960**)

La forme chimique des complexes métalliques est primordiale, car selon le cas, ils passent ou ne passent pas la barrière intestinale au cours de la digestion. D'autre part, le régime alimentaire joue un rôle non négligeable (coefficient de rétention digestive) (**Labat et al. 1977**).

I.3.4.1. La bioaccumulation

La bioaccumulation est le processus d'assimilation et de concentration des métaux lourds dans l'organisme. Le processus se déroule en trois étapes : l'assimilation, la bioconcentration et la bioamplification (**Miquel, 2001**).

L'assimilation est la voie interne d'exposition aux polluants et elle dépend de la concentration des polluants absorbés. La partie insoluble du métal est excrétée par différentes voies : solide (fèces), liquide (urine), cutanée (sueur). La fraction soluble biodisponible (résorbable) se retrouve dans certains organes (**Miquel, 2001**).

La bioconcentration se produit lorsqu'un polluant pénètre dans un organisme à partir du milieu marin, généralement avec une augmentation directe de la concentration du polluant, de

sorte que la concentration du polluant est supérieure à celle de l'environnement autour. **(Ramade, 1992).**

La bioamplification est le processus par lequel le prédateur concentre une substance à un niveau supérieur à celui où il se trouve dans la proie **(Laredj 2017).**

I.3.5. Le Plomb

I.3.5.1. Définition

C'est un métal gris bleuté très malléable, très mou et ductile, d'une masse atomique de 207,2 g.mol⁻¹ et de masse volumique à 20 °C de 11,35 g.cm⁻³. Son point de fusion est situé à 327,4 °C et son numéro atomique et de 82 **(Bliefert et Perraud, 2004).**

I.3.5.2. Source de contamination

Les sources potentielles d'exposition au plomb sont variées **(Philippe et al. 2008)** :

- Peintures anciennes ;
- Eau de boisson distribuée dans des canalisations en plomb ;
- Consommation d'aliments contaminés en plomb ;
- Inhalation des rejets des automobiles... ;

Les industries productrices ou utilisatrices de plomb sont parfois à l'origine d'une contamination. En l'absence de techniques de dépollution totalement efficaces, ces usines émettent dans l'atmosphère des particules de plomb qui peuvent se déposer dans le voisinage immédiat et entraîner une contamination durable des sols **(Philippe et al. 2008).**

Les contacts mains-bouches, fréquents chez les enfants de moins de six ans, augmentent le risque d'absorption de plomb contenu dans les poussières de leur environnement **(Roels et al. 1980).**

I.3.5.3. Le plomb en milieu marin

Le plomb est considéré comme un élément très réactif dans l'environnement, il est transféré vers le milieu marin essentiellement via l'apport atmosphérique. Sa concentration est minimale dans les eaux de surface, tandis ce qu'elle est importante dans le centre des gyres océaniques. Il est retrouvé sous 3 principales formes : dissoute, colloïdale et particulaire **(Cossa et al., 1993).**

Les poissons peuvent absorber du plomb par voie cutanée, par les branchies et par la nourriture. Les principaux organes d'accumulation sont le squelette, les branchies, le foie, et les reins. L'absorption du plomb dans l'eau augmente quand le pH diminue, on peut donc supposer que le Pb est absorbé sous forme ionique (Morlot, 1996).

I.3.5.4. La toxicité du plomb

Le plomb pénètre dans l'organisme par voies digestive, pulmonaire et cutané, il passe ensuite dans le sang où il se répartit dans les hématies, sous une forme non diffusible, et dans le plasma (en partie sous forme diffusible), avant d'aller se fixer dans les tissus (INRS 2020).

Le plomb n'est pas métabolisé dans l'organisme, il se distribue dans les érythrocytes, les tissus mous, les os et traverse la barrière placentaire. Il n'y a pas d'accumulation dans les poumons. Le plomb a la particularité de se fixer aux membranes biologiques ainsi qu'aux membranes cellulaires (INRS 2020).

Le plomb absorbé est principalement excrété dans les urines et la matière fécale, et dans une moindre mesure, via la salive, la sueur, les phanères et le lait maternel (INRS 2020).

L'intoxication aiguë qui fait suite à une ingestion massive ou une administration parentérale de plomb métal ou composés minéraux, est rare. Elle se manifeste par des troubles digestifs survenant 2 à 48h après la prise de durée brève, associés à une élévation importante de la plombémie, une hémolyse, une cytolyse hépatique et une atteinte tubulaire rénale dose-dépendantes. (INRS 2020).

Le plomb a aussi des effets neurologiques sur le comportement de la mésofaune et la macrofaune. Lorsqu'on consomme des poissons contaminés par ce dernier cela induira des atteintes au tube digestif (saturnisme), du sang (anémie) et des reins (fig 8) (Houkptain, 2012).

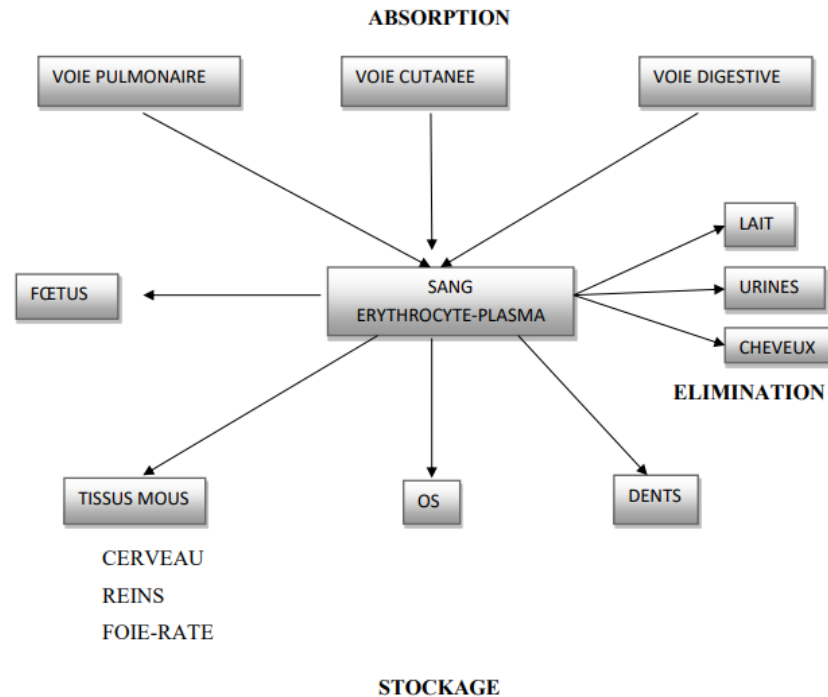


Figure 8 : Transport sanguin du plomb et redistribution dans les tissus (Olivier et al., 2017)

I.3.6. Le Cadmium

I.3.6.1. Définition

C'est un élément chimique de symbole Cd appartenant au groupe IIB des métaux de transition dans le tableau périodique des éléments de Mendeleïev (Garin et Simon, 2004). Il possède le numéro atomique 48 et une masse atomique d'environ 112,4 u (Borchardt, 1985).

C'est un métal ductile, blanc argenté ayant des propriétés physiques proche de celles du Zn (Sarkar, 2002), avec des teintes de bleu, lustrées, dont le point de fusion est de 321 °C et le point d'ébullition de 765 °C (Nriagu, 1980).

I.3.6.2. Source de contamination

Le cadmium est largement présent à faible concentration (teneurs très inférieures à 1 mg/kg) sur l'ensemble de l'écorce terrestre, notamment dans certains minerais. Les sources anthropiques apportent une contribution beaucoup plus importante que les sources naturelles, dans la dissémination de cet élément dans la biosphère. Il est principalement un sous-produit des procédés métallurgiques du zinc, du cuivre et du plomb (Di et al., 1997 ; Martelli et al., 2006).

Dans la nourriture, le Cd est présent de façon importante dans certains aliments comme les fruits de mer, les abats, certaines céréales (riz, blé, etc.), les champignons et les légumes et, dans une moindre mesure, dans le poisson, les fruits et la viande (**Esseily et Daher, 2000 ; Rousselet, 2007**). Le poisson contient seulement de petites quantités de Cd alors que les crustacés et les mollusques peuvent accumuler de plus grandes quantités (**Bliefert et Perraud, 2004**).

I.3.6.3. Le cadmium en milieu marin

L'absorption du cadmium dans l'eau de mer par les organismes aquatiques est très variable et dépend de l'espèce et de diverses conditions telles que : la salinité, la température et pH. Chez les poissons, le cadmium provoque une hypocalcémie, probablement par inhibition de l'absorption du calcium de l'eau (**Canada.ca 2012**).

Dans les écosystèmes aquatiques, le cadmium peut être accumulé en quantité très importante par certains mollusque bivalves (moules, huîtres) qui doivent filtrer l'eau pour collecter leur nourriture (**Damy, 2011**). Selon **Fréry et al, (2011)** au sein des poissons, le cadmium s'accumule en majorité dans les viscères (intestin, foie, reins) et très peu dans les muscles seulement 2 à 6 % du cadmium ingéré par le poisson se concentre dans la chair.

I.3.6.4. La toxicité du Cadmium

Le Cadmium est le métal lourd toxique le plus connu qui se concentre principalement dans le foie, le cortex des reins, le pancréas et la thyroïde avec un temps de demi-vie de vingt ans environ (**Casas, 2005**), et dont la demi-vie biologique dans le corps humain dépasse 10 ans.

Ses propriétés physiques et chimiques, proches de celles du calcium, lui permettent de traverser les barrières biologiques et de s'accumuler dans les tissus (**Horiguchi et al., 2004**). Il s'accumule dans le corps avec l'âge et seulement une petite partie est excrétée par jour (**Hyder et al. 2013**)

L'exposition à long terme au cadmium peut entraîner une atteinte rénale (néphrite) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale grave (**Picot 2002**).

Le **tableau 1** présente les différentes pathologies résultantes de l'action du cadmium sur les organes cibles

Tableau 1- pathologies résultantes de l'action du Cadmium sur les organes cibles.

Métal	Organe	Pathologie	Références
Cadmium	Reins	Domages tubulaires, dysfonction rénale	Staessens et al., (1984)
	Cœur	Augmentation significative du poids du coeur	Kutzman et al., (1986)
	Système nerveux	diminution de l'intelligence chez les enfants et les adultes exposés	Klassen, 2001
	Foie	Augmentation du poids du foie chez les rats par inhalation	Kutzman et al. (1986)
	Testicules	Diminution de la fertilité chez les animaux mâles, effets foetotoxiques et tératogènes chez les rongeur, chez les fumeurs, réduction de la qualité du sperme	Kutzman et al. (1986)
	Rate	Atrophie, immunodéficiences des splenocytes	Li et al. (2010)

I.3.7. L'Arsenic

I.3.7.1. Définition

L'arsenic est un métalloïde en raison de ses propriétés à la fois de métal et de non métal. Sa masse atomique est de 74,92 u et sa densité est de 5,73 g/cm³ (gris), 1,97 g/cm³ (jaune) avec une température de fusion de 817°C (**Carmalt et Norman 1998**).

Il peut exister sous une forme organique ou inorganique, l'arsenic inorganique étant généralement considéré comme étant plus toxique. Il est un sous-produit des procédés de fusion de nombreux minerais, dont l'or, le plomb, le cobalt, le nickel et le zinc. (**Kuivenhoven et al., 2022**).

I.3.7.2. Source de contamination

Dans la nature, l'arsenic est un composant de l'écorce terrestre avec une concentration dans la partie superficielle évaluée à 2 mg/kg, et pouvant atteindre localement 100 mg/kg voire 200 mg/kg dans les dépôts calcaires ou phosphatés et dans les schistes (**Mandal et Suzuki 2002**).

L'érosion, les précipitations et le lessivage des sols entraînent une redistribution de l'arsenic vers les compartiments aquatiques sous forme dissoute ou particulaire.

Certaines eaux issues de sols volcaniques peuvent contenir des teneurs atteignant 300 µg/L, mais plus généralement, l'arsenic dissous dans les eaux superficielles se trouve à des concentrations comprises entre 0,1 et 10 µg/L. Dans l'atmosphère, le flux d'arsenic est principalement causé par l'érosion éolienne et l'activité volcanique. (**Mandal et Suzuki 2002**)

Il est utilisé dans différents domaines :

- En agriculture, il entre dans la composition de nombreux pesticides ;
- Dans l'industrie du bois pour la protection contre les insectes ;
- Dans l'industrie du verre pour favoriser la sortie des bulles d'air et comme agent décolorant ;
- Dans l'industrie pharmaceutique et vétérinaire, pour le traitement d'un type particulier de leucémie (**ATDSR 2007**);
- Dans les industries métallurgiques, pour durcir le cuivre et le plomb antimoiné ;

I.3.7.3. L'Arsenic en le milieu marin

L'arsenic est présent naturellement à de faibles concentration dans l'eau et peut provenir de la dissolution des sédiments sous l'action des micro-organismes, et est présent principalement sous forme inorganique (la forme chimique majoritaire thermodynamiquement stable étant l'ion arséniate), mais aussi sous forme organique (MA, DMA, TMAO) provenant de la méthylation de l'arsenic inorganique par les algues ou par la dégradation microbienne des composés organiques complexes (**INERIS 2010**).

Sa concentration peut atteindre 1 et 8 µg/L dans l'eau de mer, 1 à 10 µg/L dans l'eau douce, 100 à 5000 µg/L dans les zones minières (**Mandal et Suzuki 2002**). Dans les eaux souterraines, les concentrations en arsenic sont généralement de l'ordre de 0,1 à 2 µg/L, mais peuvent atteindre 3 400 µg/L dans les régions volcaniques, et 48 000 µg/L dans des régions minières (**EFSA 2009**).

Les poissons qui vivent dans les fonds marins sont exposés à de plus grandes quantité d'arsenic qui s'accumule dans les sédiments. L'arsenic s'accumule principalement dans l'exosquelette des invertébrés et dans le foie des poissons (**EFSA, 2009**).

I.3.7.4. La toxicité de l'Arsenic

Sa toxicité principale résulte de son interférence avec le métabolisme du phosphore, ce qui entraîne une perturbation (découplage) des processus de phosphorylation oxydative (**Francesconi, 2010**). En toxicité aiguë, l'arsine et le trioxyde d'arsenic sont les deux espèces les plus souvent mises en cause.

Une intoxication à l'arsine (trihydrure d'arsenic) par voie respiratoire provoque en premier lieu une destruction des hématies, car l'arsine est un puissant agent hémolysant. Les contaminations cutanées ou oculaires par des composés minéraux trivalents peuvent occasionner des lésions graves sous forme de brûlures chimiques.

Les intoxications aiguës par ingestion de composés minéraux trivalents se caractérisent par des atteintes sévères digestives, des troubles neurologiques, des lésions hépatiques et rénales. L'inhalation entraîne une irritation des voies respiratoires (toux, dyspnée) suivie de troubles neurologiques (céphalée, vertiges, etc.) (**Lauwerys 2007 ; Grandjean 2016**).

I.3.8. Le mercure

I.3.8.1. Définition

Le mercure, est un métal de couleur argentée qui a la particularité de se présenter sous forme liquide à température ambiante. Il possède donc à la fois les propriétés des métaux et des liquides à la température ambiante (**Olivier, 2009**). Il a une masse atomique de 200 u dont le point de fusion est situé à -39°C .

Il se divise par l'agitation en fines gouttelettes (**Banaoui et al., 2004**). Sa dynamique est conditionnée physiquement par sa volatilité à une température ambiante; chimiquement par la stabilité de ses liaisons avec le carbone et le soufre et biologiquement par sa très forte bioconcentration et sa toxicité. (**Monney 2022**).

I.3.8.2. Source de contamination

Il est présent naturellement dans l'écorce terrestre. On le rencontre sous trois états fondamentaux dans l'environnement : les vapeurs de mercure Hg^0 , les composés inorganiques Hg^{2+} et les composés méthyles $\text{CH}_3\text{-Hg}$ et $(\text{CH}_3)_2\text{-Hg}$ (**Picot, 2002 ; Banaoui et al., 2004 ; Bensefa et al., 2011**).

Parmi les principales sources naturelles de mercure, on retrouve les volcans, le dégazage des sols et des eaux de surface, la dégradation des minéraux et les feux de forêt (**Pirrone et Mason, 2009**).

Les rejets anthropiques de mercure, dus à l'activité humaine, peuvent se classer en trois catégories : les rejets dus à la mobilisation du mercure contenu dans les matières premières, les rejets provenant de l'extraction et des utilisations intentionnelles du mercure, et enfin les rejets issus du traitement de déchets ménagers et hospitaliers (incinération) (**PNUE, 2002**).

I.3.8.3. Le mercure en milieu marin

La principale caractéristique, qui gouverne son transport dans l'environnement, est sa volatilité, exceptionnellement forte (**Cossa, 2012**). Dispersé dans l'atmosphère, il se dépose sur les mers et océans via la pluie, la neige ou sous forme de dépôts secs. Les bactéries marines sulfato-réductrices convertissent le mercure inorganique en mercure méthylé (MeHg), forme sous laquelle il est bio-accumulé dans les végétaux, en particulier le plancton, puis transféré dans la chaîne alimentaire. (**Cossa, 2012**).

La forme organique du mercure pénètre facilement au travers des barrières biologiques qui séparent les êtres vivants de leur milieu environnant, accédant ainsi aux différents compartiments tissulaires et intracellulaires. La forme inorganique, au contraire, s'accumule préférentiellement dans les tissus viscéraux (**Meili, 1997**).

I.3.8.4. La toxicité du mercure

Le mercure s'accumule principalement dans le foie, les reins, les poumons et le cerveau (**Agarwal et Behari, 2007**). Il peut facilement passer à l'état gazeux ou vapeur ce qui lui permet de pénétrer dans l'organisme préférentiellement par les voies respiratoires causant des dommages aux poumons: bronchites chroniques et bronchiolites avec pneumonies de type interstitielle (**WHO, 1976**).

Sa légère liposolubilité lui permet de traverser facilement la barrière placentaire ainsi que les alvéoles pulmonaires (**Pallawicova et al., 2008**), et de passer dans le sang grâce auquel il se répartit dans différents organes (**Cercy et Wankmuller, 2008**).

Une intoxication sévère et prolongée aux méthyl mercures, provoque un dérèglement du système nerveux central, causant des atrophies articulaires, une perte cognitive sévère, la cécité, la paralysie et la mort (**Olivier, 2009**).

I.4. Qualité microbiologique des poissons frais

La chair du poisson sain, vivant ou fraîchement capturé, est stérile, de sorte que les microorganismes ne se rencontrent que sur les surfaces internes et externes du poisson. Cependant, les muqueuses, les branchies, les intestins et la peau contiennent des bactéries importantes. Les germes rencontrés sont essentiellement des germes d'altération ou indicateurs d'une contamination d'origine fécale récente (**Hanane et al., 2017**).

La contamination bactérienne de la chair ne se produit qu'après la capture. Les sources de cette contamination sont diverses et peuvent être divisées en deux groupes : endogènes et exogènes (**Bourgeois et Leveau, 1980 ; Rozier, 1985**).

I.4.1. Contamination endogène ou primaire

Cette contamination est celle qui survient du vivant de l'animal. Elle se fait via la respiration, l'alimentation et lors des déplacements. La composition et la quantité de cette flore dépendent de la source, de la température de l'eau et du régime alimentaire (**Abotchi, 2010**).

Certaines études ont montré que les bactéries à Gram-négatif sont prédominantes dans la flore initiale des poissons issus des eaux tempérées (**Gram et Dalgaard, 2002**), tandis qu'une forte proportion de coques à Gram-positif et de *Bacillus* spp. a été trouvée chez certains poissons des mers chaudes et des eaux tropicales.

Les bactéries d'une origine endogène peuvent être divisées en trois classes :

- Germes typiquement aquatiques, qui englobent généralement les genres *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Aeromonas* et *Moraxella* (**Billon, 1976**).
- Germes d'origine tellurique, qui sont des bactéries sporulées, en particulier les genres *Clostridium* et *Bacillus*. Les eaux de ruissellement et de pluie assurent leur dissémination dans le milieu aquatique.
- Germes de contamination d'origine humaine ou animale, qui proviennent du tube digestif de l'homme et des animaux. Ils sont charriés en milieux aquatiques via les eaux usées mal ou non traitées (**Abotchi, 2010**).

I.4.2. Contamination exogène ou secondaire

Après capture, le poisson doit subir de nombreuses manipulations qui sont à l'origine de la contamination bactérienne (contamination causée par le personnel, le matériel et l'environnement). Selon **Hobbs (1982)**, l'homme constitue la source la plus importante des contaminations exogènes des denrées alimentaires d'origine animale. Les germes apportés par cette contamination secondaire sont des salmonelles, des coliformes thermotolérants, des staphylocoques présumés pathogènes, des bactéries anaérobies sulfite-réductrices, des levures et moisissures, la flore mésophile aérobie totale.

I.4.2.1. Paramètres microbiologiques de qualité des poissons frais

Les analyses microbiologiques ont porté sur la recherche de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes thermotolérants, les Staphylocoques à coagulase positif et les salmonelles, selon la réglementation algérienne fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (**JORADP n°39, 2017**)

I.4.2.2. Flore aérobie à 30°C

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes capables de se multiplier à l'air aux températures moyennes, en particulier celles situées entre 25°C et 40°C.

Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération (**Bourgeois et Leveau, 1996**). Elle correspond à des bactéries indicatrices d'hygiène dont le dénombrement permet d'apprécier la qualité microbiologique du poisson et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Une flore mésophile dénombrée en grande quantité indique un début du processus d'altération (**Abotchi, 2010**).

I.4.2.3. Les coliformes thermotolérants

Les coliformes thermotolérants sont des microorganismes en bâtonnets, ne formant pas de spores, Gram négatif, oxydase négatif, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de croître en présence de sels biliaires, ou autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices de croissance analogues et capables de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz en 48 heures à la température de 44 °C (**Gourmelon et al., 2002**).

Ce sont des bactéries commensales de l'intestin de l'homme et des animaux. Elles jouent le rôle d'un témoin d'une contamination fécale. Leur recherche dans les poissons permet de suivre l'hygiène observée par les manipulateurs (**Abotchi, 2010**).

I.4.2.3.1. *Escherichia coli*

C'est un bacille à Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, aéro-anaérobie facultatif, oxydase négatif, catalase positif, mesurant de 2 à 4µm de long et d'un diamètre d'environ 0,6µm (Delarras, 2007 ; Rodier et al, 2009).

Elles produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C. Ils donnent un résultat positif à l'essai au rouge de méthyle. Ces bactéries ne peuvent pas produire de l'acétyl-méthyl-carbinol ni utiliser le citrate comme unique source de carbone (Gourmelon et al., 2002).

C'est un germe indicateur de la contamination fécale récente dans les eaux et les aliments (Delarras, 2007).

I.4.2.4. Les staphylocoques

Ils appartiennent à la famille des Micrococcaceae. Les Staphylocoques apparaissent comme des cocci Gram positif de 0,5 à 1µm de diamètre. Ils peuvent être isolés, en diplocoques, en courtes chaînettes ou en amas. Ce sont des germes aéro-anaérobie facultatifs (Béraud, 2004).

Ils sont immobiles, non sporulés, non capsulés et catalase positif. Ce sont des germes ubiquitaires que l'on retrouve dans l'air, le sol et les eaux et ils appartiennent à la flore commensale de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux. Ils sont souvent thermorésistants (mais ne survivent pas à la pasteurisation), halophiles, peu exigeants de point de vue nutritif. Ils sont inhibés par un pH acide (pH<4 pour la croissance, pH>5 pour la toxinogénèse) (Guiraud, 1998).

Les Staphylocoques sont capables de produire des enterotoxines (pathogènes) (Bourgeois, 1990). La principale espèce de staphylocoques est *S. aureus*, qui est un pathogène humain le plus ubiquitaire et dangereux, du fait de sa virulence et de sa capacité à développer une résistance aux antibiotiques (Béraud, 2004). Leur présence dans l'aliment témoigne d'une contamination d'origine humaine et par conséquent de l'existence de porteur sain dans la chaîne de production (Abotchi, 2010).

I.4.2.5. Les salmonelles

Les salmonelles sont des bacilles de la famille des entérobactéries, asporulées, Gram négatif, mobiles grâce à une ciliature péritriche, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatives, lactose négatif, uréase négatif, indole négatif, H₂S positif et citrate positif (Guiraud,1998).

La plupart des salmonelles sont hébergées dans le tube digestif des animaux. Seules les variétés *S. Typhi* et *S. Paratyphi* sont strictement adaptées à l'homme. La contamination de l'homme se fait par voie buccale (**Béraud, 2004**).

Leur présence dans l'aliment témoigne d'une contamination d'origine humaine et par conséquent de l'existence de porteur sain dans la chaîne de production (**Abotchi, 2010**).

Chapitre II :

Matériel et méthodes

Chapitre II. Matériel et méthodes

II.1. Zone d'échantillonnage

Située dans la partie centrale de la côte algérienne, elle s'inscrit en creux dans la plaine de la Mitidja. De forme semi-circulaire et d'une superficie approximative de l'ordre de 180 km², elle est délimitée par deux caps, la Pointe-Pescade (Rais-Hamidou) à l'Ouest et le cap Matifou (Bordj El- Bahri) à l'Est (**fig 9**).

Les coordonnées géographiques de son étendue la situe entre une longitude Est de 03° 13' 25'' à 03° 02' 21'', et une latitude Nord de 36° 48' 53'' à 36° 44' 38'' (CNRDPA, 2005)

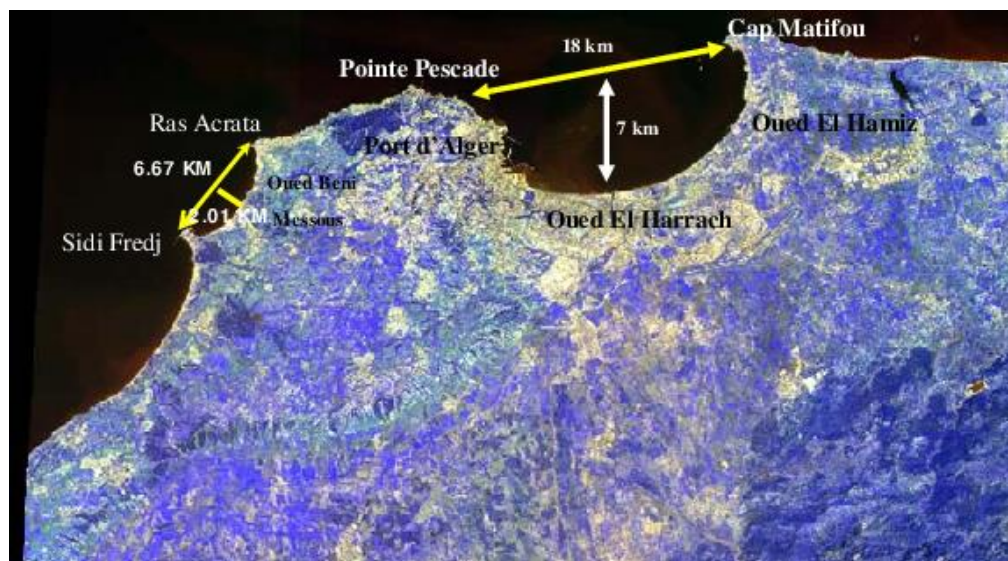


Figure 9 : Situation de la Baie d'Alger.

La baie d'Alger est alimentées par oued El Harrach et oued El Hamiz, qui prennent leur source dans l'atlas Blidéen et traversent la plaine de la Mitidja avant de déboucher en mer. Le régime hydrographique de ces oueds se caractérise par un long étiage de 6 mois et des crues observées surtout en hivers et rarement au printemps (**Pauc et Ait Kaci, 1987**).

II.2. Echantillonnage

La collecte des échantillons s'est déroulé sur une période allant de Janvier 2023 jusqu'à Mars 2023. Les poissons ont été collectés à partir de poissonneries et des marchés à plusieurs reprises. A chaque sortie, 1 kg d'espèce choisie a été mis dans une glacière (4°), acheminé au laboratoire de l'école (LBCM1) et traité directement.

II.3. Analyse de la qualité microbiologique

L'examen microbiologique des produits de la pêche a pour but d'évaluer la présence possible des bactéries ou d'organismes pouvant avoir des conséquences sur la santé publique et de donner une idée sur la qualité hygiénique du poisson frais après sa manutention ou son traitement (Huss, 1999).

II.3.1. Prétraitement

Afin d'éviter toutes sortes de contaminations, les instruments et verreries utilisés dans ce travail sont minutieusement nettoyés et stérilisés dans l'autoclave à 120°C pendant 20min, avant chaque analyse.

Le processus de cette analyse répond aux règles des bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et le système HACCP.

Dès le retour au laboratoire et dans des conditions aseptiques, les poissons sont déposés sur un plateau stérile devant un bec bunsen (fig 10), A l'aide d'un scalpel et d'une pince stérile, 25g de chair de chaque espèce est prélevée et pesée avec une balance de précision (fig 11).



Figure 10 : préparation des poissons pour la dissection



Figure 11 : Prélèvement du 25g de la chair pour les analyses

La chair est broyée à l'aide d'un mortier en ajoutant 225ml d'eau peptonée tamponnée (EPT). Cette suspension constitue alors la solution mère (10^{-1}). Des dilutions décimales de 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} ont été préparées par la suite.

II.3.2. Isolement et dénombrement

II.3.2.1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C

1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4}), est prélevé et introduit aseptiquement dans des boîtes de Pétri à usage unique (ISO 4833, 2013). Puis, 15 ml de PCA (Plate Count Agar) fondu et refroidi au bain marie à 45°C, est ajouté.

Le mélange est homogénéisé par des mouvements horizontaux et circulaires des boîtes (mouvement de 8). Après solidification, les boîtes sont ensuite incubées à 30°C.

Le comptage a été fait après 72 heures d'incubation. Les colonies caractéristiques apparaissent blanchâtres de de forme lenticulaire.

Le résultat est exprimé comme suit :

$$N = \frac{\sum \text{colonies}}{V \times (n_1 + 0,1 n_2) \times d_1} \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

- N : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial.
- Σ : somme des colonies des boites interprétables.
- V : volume de solution déposé (1ml).
- n1 : nombre de boites considérées à la première dilution retenue.
- n2 : nombre de boites considérées à la seconde dilution retenue.
- d1 : facteur de la première dilution retenue.

II.3.2.2. Dénombrement des coliformes thermotolérants

La recherche des coliformes thermotolérants a été effectuée par la méthode NPP simple concentration (ISO 9308-2 ; 2012). Plusieurs séries de 3 tubes de BLBVB ont été ensemencés avec l'ajout de 1ml de la solution mère 10^{-1} et ces dilutions (10^{-2} , 10^{-3} et 10^{-4}), puis incubés à 44°C pendant 24h à 48h.

Un résultat positive est présenté par :

- Présence de trouble (développement bactérien)
- Production du gaz dans les cloches de durham ($>1/10$ de volume).
- Virage de couleur au jaune signifiant la fermentation du lactose (Milieu acide réagissant avec l'indice coloré).

En se référant à la table de Mac Grady, le résultat est exprimé en NPP (Nombre le Plus Probable). Le nombre de coliforme est calculé comme suit :

$$N = \frac{NPP}{V \text{ ensemencé}} \times Fd \dots \dots \dots (2)$$

Avec :

- V ensemencé : volume ensemencé ;
- Fd : facteur de dilution ;

II.3.2.3. Dénombrement des Staphylococcus à coagulase positif

En bactériologie alimentaire, les Staphylococcus sont dénombrés le plus souvent sur le milieu Chapman ou Baird-Parker (Marchal et al., 1991).

Le dénombrement a été effectué, par étalement de 0.1 ml de la solution mère et les dilutions en surface de boite de Pétri contenant le milieu Chapman solidifié puis étalé par un râteau en verre. Le dénombrement est effectué après 24 heures d'incubation à 37 °C.

Les colonies de staphylococcus sont rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré, elles sont entourées d'un halo jaune correspondant à une acidification à partir du mannitol (mannitol+)

Des tests d'oxydase, de catalase et de coagulase ont été réalisés sur les colonies suspectées.

II.3.2.4. La recherche des salmonelles

La recherche des salmonelles est réalisée sur 25g d'échantillon et comporte plusieurs étapes successives à savoir (Gldel et Curbion, 1991) :

➤ Le pré-enrichissement

Les 25 g de chair broyées de chaque poisson cible sont mélangées à 225 ml de milieu SFB contenant 4 disques SFB. La suspension est ensuite incubée à 37°C pendant 24 heures.

➤ Enrichissement

On introduit, aseptiquement, 1 ml de la solution de pré-enrichissement dans un tube à essai de 10ml SFB contenant 1 disque SFB. Puis, ils ont été incubés à 37°C pendant 24 heures.

➤ Isolement

A partir du bouillon d'enrichissement, un ensemencement dans un milieu sélectif (gélose SS) est réalisé. L'incubation est réalisée à 37 °C pendant 24 heures.

Les colonies suspectées apparaissent transparentes avec ou sans centre noir (coloration noire due à la production de H₂S). Une identification biochimique est entamée, par la suite, avec une coloration de Gram (bactérie Gram négative), application d'un test d'oxydase (oxydase positif) et enfin une identification bactérienne sur galerie Api 20E.

II.3.3. Confirmation biochimique et identification

II.3.3.1. Coloration de Gram

La coloration de Gram est la coloration de base de la bactériologie. C'est une coloration double qui permet de différencier les bactéries non seulement d'après leur forme et leur disposition, mais surtout d'après leur affinité pour les colorants liée à la structure de la paroi (Lezzar et Abdelmalek, 2016).

Selon la norme (ISO 7218, 2007), le protocole est le suivant :

1. Préparer un frottis d'une culture bactérienne.
2. Recouvrir le frottis de violet de gentiane et laisser agir 1 minute ; rincer à l'eau distillée

3. Verser du Lugol pour fixer le violet de gentiane et le laisser agir pendant 1 minute ; rincer à l'eau distillée.
4. Décolorer à l'alcool à 95°, entre 15 et 30 secondes puis rincer avec de l'eau distillée.
5. Recolorer avec de la fuchsine pendant 10 à 30 secondes : rincer à l'eau distillée.
6. Sécher au-dessus de la flamme d'un bec Bunsen.

L'observation microscopique est réalisée sous microscope à l'objectif à immersion (100 x avec ajout de l'huile de paraffine). Avec cette coloration double, les bactéries « Gram + » apparaissent en violet foncé avec la forme Cocci tandis que les bactéries « Gram - » sont colorées en rose ou en rouge avec une forme bacille (**fig. 12**).

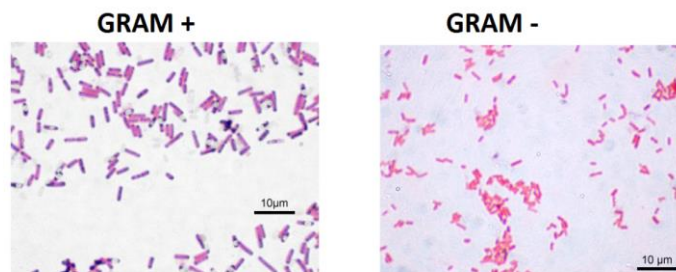


Figure 12 : Coloration de gram sous microscope

II.3.3.2. Test oxydase

L'oxydase est une enzyme qui catalyse une réaction d'oxydoréduction impliquant une molécule de dioxygène (O₂) comme accepteur d'électrons. La mise en évidence de l'oxydase a été faite selon la méthode des disques d'oxydase qui consiste à déposer sur une lame un disque d'oxydase, et prélever une colonie à l'aide d'une pipette Pasteur et l'étaler sur le disque.

La présence d'une cytochrome-oxydase se traduit, en 20 à 60 secondes, par l'apparition d'une coloration rouge virant rapidement au violet très foncé (**Denis et al., 2007**). Si la colonie reste incolore, le germe ne possède pas d'oxydase, le test est négatif (**fig. 13**).

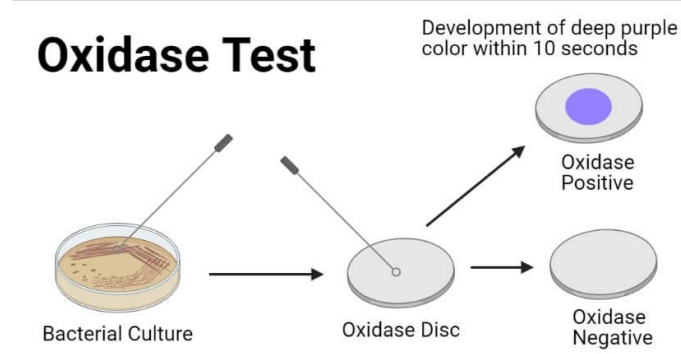


Figure 13-: Le test d'oxydase

II.3.3.3. Test de catalase

L'enzyme catalase favorise la neutralisation de l'effet bactéricide du peroxyde d'hydrogène (Wheeler, 2008). Cette enzyme accélère la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) en eau et en oxygène. Cette réaction est évidente par la formation rapide des bulles (Clarke et al, 2000 ; MacFaddin, 2000).

Le test est réalisé en mettant une colonie d'une culture jeune sur une lame contenant une goutte d'eau oxygénée (H₂O₂) (fig. 14).

La formation de bulles d'oxygène indique que la bactérie possède une catalase, la réaction se fait selon l'équation suivante :

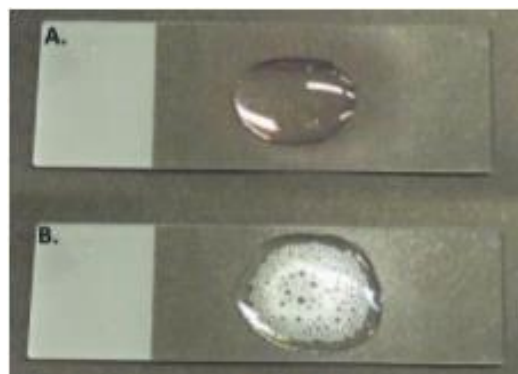
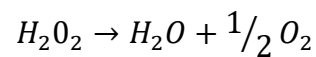


Figure 14-test catalase: **A.** test négatif; **B.** test positif

II.3.3.4. Test de la coagulase

La détection de cette coagulase s'effectue en mélangeant dans un tube à hémolyse 0,3 ml de plasma de lapin et 0,1 ml d'une culture de BHIB qu'on a déjà ensemencé et incubé à 37°C pendant 24h.

Le mélange est incubé à 37° pendant 4 à 24h. Un test positif se traduit par la formation d'un coagulum (**fig. 15**).

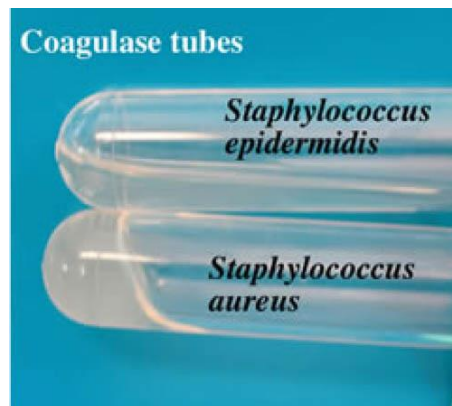


Figure 15-résultat du test de coagulase

II.3.3.5. Galerie API 20E

Le Système d'Identification API 20E est utilisé pour l'identification des entérobactéries et d'autres bacilles Gram négatif qui poussent facilement. Le système consiste en une galerie de 20 micro-tubes contenant des substrats déshydratés (**fig. 16**).

Les micro-tubes sont inoculés avec une suspension bactérienne (**koumba, 2010 ; Debabza, 2015**), préparé à partir de colonie de bactérie à étudier.



Figure 16:galerie API 20 après incubation

II.4. Détermination de la teneur en éléments trace métalliques

Les quatre éléments trace métalliques (ETM) recherchés ont été le Plomb (Pb), le Cadmium (Cd), l'Arsenic (As) et le Mercure (Hg).

II.4.1. Conditionnement du matériel

Afin d'éviter toute sorte de contamination, le matériel a été conditionné selon le protocole suivant :

- Lavage aux détergents commerciaux ;
- Rinçage avec de l'eau du robinet ;
- Rinçage à l'eau bi distillée obtenue sur un système MILLI Q (MILLIPORE) et ayant une résistivité de $18M\Omega$;
- Séchage à l'étuve à $70^{\circ}C$ pour le matériel en verre et à $40^{\circ}C$ pour le matériel en plastique pendant 24 h;
- Rinçage à l'eau acidulée à 5%, préparée à partir d'acide nitrique (HNO_3) de 68% de pureté;
- Rinçage à l'eau bidistillée;
- Séchage à l'étuve pendant 24 h.

II.4.2. Prétraitement des échantillons

Au laboratoire, 15 spécimens matures de chaque espèce de poissons étudiés (*Mullus barbatus*, *Sparus aurata* et *Pagellus erythrinus*) ont été écaillés avant d'être disséqués ventralement afin de prélever le foie, les gonades et la chaire de chaque individu. Chaque compartiments est mis dans un pilulier étiqueté différent.

Une fois la récupération terminée, les échantillons traités ont été mis au congélateur à $-20^{\circ}C$ en attendant la lyophilisation.

II.4.3. Lyophilisation et broyage

La lyophilisation, ensemble des manipulations qui conduisent à obtenir un état solide, friable et poreux, et se caractérise notamment par son avidité importante en eau. Ce procédé basé, à la fois sur :

- l'utilisation du froid : congélation brutale.
- la déshydratation : sublimation de la glace formée.

Les échantillons des poissons congelés ont été passés au lyophilisateur de type CHRIST, pendant 48 heures sous vide (10^{-1} bar) et à très basse température (-50 C° à -60 C°).

Les différents organes de poissons lyophilisés ont été broyés, rigoureusement jusqu'à l'obtention d'une poudre fine.

II.4.5. La minéralisation

Toute recherche de minéraux toxiques immobilisés dans les organes nécessite toujours une minéralisation, ce qui conduit à une dégradation complète de la matière organique. (**Amiard et al., 1987 ; Bernhard, 1977**).

La minéralisation est une méthode qui consiste à transformer l'échantillon qui est un composé organique en un composé minéral. La méthode consiste à minéraliser l'échantillon par voie humide (four à micro-ondes ou plaque chauffante) à l'aide d'acide nitrique concentré.

Les téflons (bombes de minéralisation) ont été nettoyés en les immergeant dans une solution d'acide nitrique (HNO₃) à 10 % pendant 24 heures et rincés vigoureusement avec de l'eau distillée puis séchés.

La minéralisation a été réalisée par des acides forts (HNO₃) permettant la destruction totale de la matière organique. Une prise d'essai de 0,5g de chaque type (frais et fumés) a été mise dans les téflons en ajoutant sous la hotte 5 ml d'acide nitrique 65 %.

Les Téflons ont été fermés hermétiquement puis placés sur une plaque chauffante à 120°C pendant 3h.

A la fin de la minéralisation, après refroidissement, le contenu de chaque téflon (minéralisé) a été transvasé dans des tubes coniques de 50 ml, puis complété au trait de jauge avec de l'eau distillée en assurant que toute la quantité a été récupérée.

Un ensemble de 12 godets est préparé avec les mêmes quantités de réactifs, dans les mêmes conditions et soumis à la minéralisation en même temps que les échantillons en plus d'un blanc pour vérifier qu'il n'y a pas eu de contamination.

II.4.6. Analyse des éléments traces métalliques

L'analyse a été effectuée au centre de recherche et de développement de Sonatrach (CRD), situé à Boumerdes.

II.4.6.1. Analyse par ICP-MS

L'ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry), est une technique multi-élémentaire utilisant un plasma inductif comme source d'excitation, plus efficace pour obtenir des informations quantitatives quasi exhaustives sur la composition d'un échantillon.

Dans ce cas, le plasma est une petite quantité de gaz argon chaud (6 000 K à 10 000 K) et partiellement ionisé (environ 1 %). La température d'un plasma froid n'est que d'environ 2500 K. Le plasma est confiné par des champs électromagnétiques radiofréquences. L'échantillon pénètre dans le plasma sous forme d'aérosol. (ISO 17294-1:2004)

II.4.6.1.2. Principe

Dans le plasma, l'échantillon est désolvaté et les composés présents se décomposent en leurs atomes constitutifs (dissociation, atomisation). La plupart des atomes d'analyte sont presque complètement ionisés. Dans un spectromètre de masse, les ions positifs sont filtrés en fonction de leur rapport masse sur charge (m/z) (identification de l'élément), et la concentration de l'élément est directement proportionnelle au nombre d'ions.

II.4.6.1.2. Appareillage

L'appareil utilisé est NexION 5000 Multi-Quadrupole ICP Mass Spectrometer de Perkin-Elmer, avec une limite de quantification de 1ppb (fig.17).

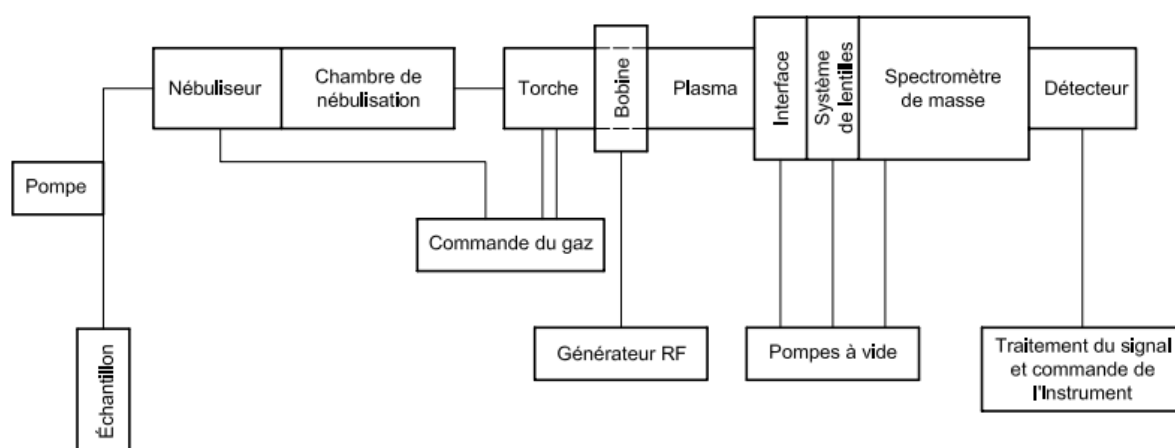


Figure 17: Schéma de principe d'un spectromètre de masse ICP.

La manipulation a été réalisée comme suit :

- Les solutions sont introduites dans le plasma via une pompe péristaltique, un nébuliseur et une chambre de nébulisation.
- La pompe péristaltique régule le débit de la solution dans le nébuliseur.
- Le nébuliseur transforme la solution en aérosol à l'aide d'un flux de gaz (argon), sauf avec un nébuliseur ultrasonique.
- Les grosses gouttelettes sont éliminées de l'aérosol dans la chambre de nébulisation par les collisions avec les parois ou d'autres parties de la chambre.
- Les gouttelettes liquides s'écoulent hors de la chambre.
- L'aérosol résultant passe dans le plasma via le tube injecteur de la torche sous l'action du gaz de nébulisation.

II.4.6.2. Analyse par Spectroscopie d'Absorption Atomique (SAA)

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une technique d'analyse quantitative, basée sur le phénomène d'absorption de radiations lumineuses par des atomes libre (**Förstner et Salomons, 1980**). L'absorption atomique est un processus qui se produit lorsqu'un atome appartenant à l'état fondamental passe à l'état excité par l'absorption d'une énergie, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, qui correspond à une longueur d'onde spécifique.

Les transitions entre l'état fondamental et l'état excité se produit uniquement lorsque le rayonnement incident, provenant d'une source lumineuse, est exactement égale à la fréquence d'une transition spécifique. Une partie de l'énergie de la radiation incidente I_0 est absorbé, le reste est transmise I . La proportionnalité entre l'absorbance et la concentration permet de calculer les teneurs dans les échantillons (**Audigie et al., 1985**), c'est la loi de Beer-Lambert.

La lecture s'effectue en absorbance (A) ou en densité optique (DO) :

$$A = DO = \log I/I_0 = \epsilon.L.C$$

Où :

I : Intensité de l'énergie lumineuse transmise (émergente).

I_0 : Intensité de l'énergie lumineuse émise (incidente).

ϵ : Coefficient d'absorption atomique (constante).

L : Longueur du trajet optique (constante).

C : Concentration de l'élément absorbant (analyte).

II.4.6.2.1. Appareillage

L'analyse de mercure a été réalisée avec une spectroscopie d'absorption atomique à vapeur froide (CVAAS), de marque Mercury Vapor Monitor, VM 3000, comprenant un photo-tube, une lampe à mercure et une cellule d'absorption.

Elle est peu interférente et ne nécessite ni une étape d'amalgamation ni des gaz nobles coûteux comme vecteurs.

La concentration de mercure est mesurée dans une cellule optique en silice fondue. Une pompe à membrane sans entretien alimente en continu le gaz échantillon à la cellule optique où l'absorption des UV est mesurée à une longueur d'onde de 253,7 nm (**fig.18**).

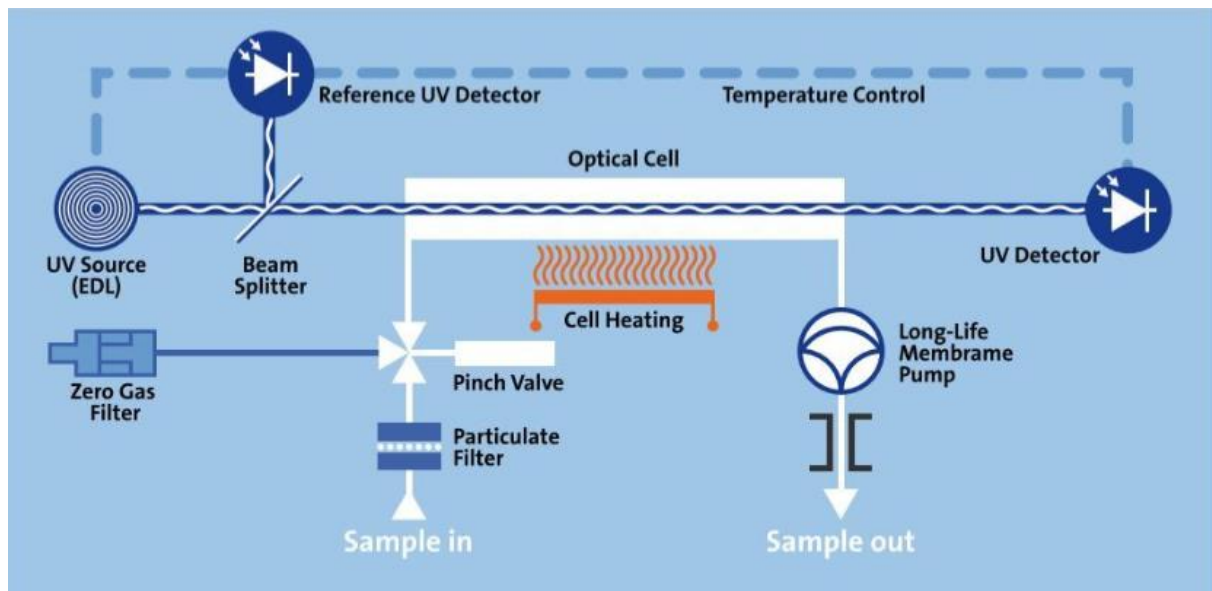


Figure 18 : Organigramme de d'absorption atomique sans flamme

II.4.7. Détermination des concentrations en ETM

II.4.7.1. Poids corrigé de l'échantillon biologique

Les échantillons piègent une certaine humidité à la période qui sépare la lyophilisation et l'analyse, par conséquent, les poids pesés ne sont pas les vrais poids secs. Pour cela, une correction du poids est indispensable, et se fait comme suit (**Rodier et al., 2009**) :

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

$$Pc = P - \left(\frac{A}{100} \times P \right) \dots \dots \dots (4)$$

Où :

A : Taux d'humidité (%),

P_1 : Poids de la coupelle vide + le poids de l'échantillon dans la coupelle (g),

P_2 : Poids de l'échantillon dans la coupelle après 24 heures à 105 °C (g),

Pc : Poids de l'échantillon corrigé (g),

P : Poids de l'échantillon pesé pour la minéralisation (g),

II.4.7.2. Expression des résultats

La concentration du métal dans l'organisme est calculée selon la formule suivante (**A.I.E.A, 2001**) :

$$Cps = \frac{(Cc - Cb) \times F \times V}{Pc} \dots \dots \dots (5)$$

Où :

Cps : Concentration du métal en poids sec (µg/g).

Cc : Concentration du métal présent dans l'analyte ($\mu\text{g/ml}$)

Cb : Concentration du métal présent dans le blanc ($\mu\text{g/ml}$).

Pc : Poids sec corrigé de l'échantillon biologique minéralisé (g).

F : Facteur de dilution.

V : Volume de la solution finale après minéralisation (50 ml).

II.5. Evaluation des risques des ETM sur la santé de l'homme

II.5.1. La Dose Journalière d'Exposition (DJE)

Dans le contexte de l'évaluation des risques potentiels liés à la consommation de pageot commun, de daurade royale et de rouget de vase, nous avons procédé au calcul de la dose d'exposition quotidienne pour chaque métal, en se basant sur les concentrations de métaux présentes dans les tissus musculaires de ces espèces et sur le taux moyen de consommation journalière de chacune d'entre elles (**IBGE, 1998**).

Le calcul est comme suit :

$$DJE = \frac{C_{\text{métal}} \times C_{\text{aliment}}}{P_C} \dots\dots\dots(6)$$

Ou :

DJE : Dose Journalière d'exposition.

C_{métal} : Concentration du métal dans l'espèce ($\mu\text{g/g}$ du poids frais).

C_{aliment} : Consommation quotidienne moyenne de chaque espèce (1 kg/mois).

P_C : Poids corporel moyen, adulte (70 kg).

II.5.2. Le quotient du risque cible « THQ »

Le quotient de risque cible (QET) est défini comme le rapport entre l'exposition à l'élément toxique et la dose de référence, qui est la dose la plus élevée à laquelle aucun effet nocif sur la santé n'est prévu (**USEPA 2015**).

Lorsque le THQ est inférieur à 1, il est peu probable que des effets néfastes non cancérigènes sur la santé se produisent. Cependant, si le THQ est supérieur à 1, il est possible que des effets indésirables sur la santé se manifestent (**USEPA 2015**).

Dans notre étude, le THQ a été estimé en utilisant la méthodologie de l'US-EPA (US-Environmental Protection Agency):

$$THQ = \frac{EFr \times ED \times FI \times MC}{Rfd \times BW \times AT} \times 0,001 \dots \dots \dots (7)$$

Avec :

THQ : quotient de risque cible.

EFr : fréquence d'exposition (365 jours / an).

ED : durée d'exposition (70 ans).

FI : consommation d'aliment (g/personne/jour).

MC : concentration de métaux ($\mu\text{g/g}$).

Rfd : Doses de référence orales à savoir 0.004 ; 0,001 ; 0,0003 ; 0,0001 pour le plomb, le cadmium, l'arsenic et le mercure respectivement (USEPA 2001, 2003, IRIS 1997).

BW : poids corporel moyen, adulte (70 kg).

AT : temps en moyenne pour les non cancérogènes (365 jours/an * nombre d'années d'exposition), on prend la moyenne de 70 années dans cette étude.

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III. Résultats et discussion

III.1. Analyse de la qualité microbiologique

Les résultats du dénombrement représentés dans les tableaux suivants sont comparés à la réglementation algérienne fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (JORADP n°39, 2017).

III.1.1. Dénombrement de la flore aérobie à 30°C

A l'issue de cette analyse, on a obtenu les résultats illustrés dans le **tableau 2** ci-dessous.

Tableau 2-Résultat de dénombrement de la flore aérobie à 30°C.

Échantillons	Nombre de germes UFC/g	Norme UFC/g		Qualité microbiologique
		m	M	
Daurade	3.10 ³	10 ⁶	10 ⁷	Satisfaisante (S)
Pageot commun	3,5.10 ³	10 ⁶	10 ⁷	Satisfaisante
Rouget de vase	1,4.10 ⁴	10 ⁶	10 ⁷	Satisfaisante

Les résultats sont ordonnés comme suit : Daurade > Pageot commun > Rouget.

Ces résultats ont montré que les échantillons de rouget, de pageot et de daurade étaient en conformité avec la législation en vigueur. Les valeurs sont inférieures à m ce qui traduit une qualité hygiénique satisfaisante (JORADP 2017).

Ces faibles taux de flore aérobie à 30° ont été signalés dans plusieurs travaux comme **Haddag (2022)** ; **Nemous et Nechniche (2022)** et **Keha et abdellah (2017)** qui ont travaillé respectivement sur le pageot commun, la daurade royale et le rouget de vase.

III.1.2. Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive

Les résultats de dénombrement des staphylocoques à coagulase positive ont montré des valeurs nulles (**tableau 3**). Ceci est la résultante d'absence de la coagulase qui est mise en évidence par des tests négatifs.

Donc la qualité microbiologique vis-à-vis la présence des staphylocoques à coagulase positive est estimée qu'elle est de qualité satisfaisante.

Tableau 3-Résultat de dénombrement de staphylocoques à coagulase positive.

Échantillons	Nombre de germes UFC/g	Norme UFC/g		Qualité microbiologique
		m	M	
Daurade	0	10 ²	10 ³	Satisfaisante
Pageot commun	0	10 ²	10 ³	Satisfaisante
Rouget de vase	0	10 ²	10 ³	Satisfaisante

Ces résultats sont en concordance avec ceux rapportés dans plusieurs études qui ont confirmées l'absence totale des staphylocoques à coagulase positif chez le rouget **Keha et Abdellah (2017)**, et le pageot **Haddag (2022)**.

Par ailleurs, d'autres ont signalé la présence des staphylocoques à coagulase positif chez le pageot **Louazene et Boukhatem (2019)**. Cette charge microbienne est apportée par le personnel vendeur à travers les mains sales

III.1.3. Dénombrement des Coliformes thermotolérants

Pour l'analyse des coliformes thermotolérants, une absence totale de ces derniers a été signalée dans tous les échantillons analysés des trois espèces à savoir la daurade, le rouget et le pageot (**tableau 4**). Donc, tous nos échantillons présentent une qualité satisfaisante.

Tableau 4-Résultat de dénombrement des coliformes thermotolérants.

Échantillons	Nombre de germes UFC/g	Norme UFC/g		Qualité microbiologique
		m	M	
Daurade	0	10	10 ²	Satisfaisante
Pageot commun	0	10	10 ²	Satisfaisante
Rouget de vase	0	10	10 ²	Satisfaisante

Des résultats similaires ont été obtenus par **Nemous et Nechniche (2022)**, et **Boulgheb et al (2012)** où aucune présence de coliformes fécaux n'a été enregistrée dans l'étude de la qualité hygiénique de la daurade royale et du rouget de vase, respectivement.

III.1.4. Dénombrement des salmonelles

Selon les résultats montrés dans le **tableau 5** ci-dessous, on note l'absence totale des salmonelles dans la chair les différents poissons étudiés, ce qui est en accord avec la norme algérienne (**JORADP, 2017**) et donc, effectivement, nos échantillons sont de qualité satisfaisante.

Tableau 5-Résultat de dénombrement des salmonelles.

Échantillons	Nombre de germes UFC/g	Norme
Daurade	0	Absence dans 25g
Pageot commun	0	Absence dans 25g
Rouget de vase	0	Absence dans 25g

Plusieurs études ont signalé l'absence des salmonelles à savoir **Nemous & Nechniche (2022)**, **Fellouh et Benarbia (2022)** ainsi que **Boulgheb et al. (2012)** dans leurs études sur la qualité hygiénique de la daurade royale, pageot commun et de rouget de vase respectivement, où aucune présence des salmonelles n'a été enregistrée.

D'autres études ont signalé la présence des salmonelles à savoir **Aroussi et Bounab (2021)** dans leur étude sur l'allache où *Salmonella Choleraesuis spp arizonae* a été détectée.

III.1.5. Qualité microbiologique globale

Un récapitulatif de la qualité microbiologique des critères analysés est montré ci-dessous (**tableau 6**).

Tableau 6-Tableau récapitulatif de la qualité microbiologique globale des poissons étudiés.

Les échantillons	Daurade	Pageot commun	Rouget de vase
	Les germes recherchés		
Flore aérobie à 30°C	S	S	S
Coliformes thermotolérants	S	S	S
Staphylocoques à coagulase⁺	S	S	S
Salmonelle	S	S	S
Qualité globale	S	S	S

D'après ces résultats, on déduit que la qualité de la chair des poissons étudiées est de bonne qualité et n'engendrent pas de risques sur la santé de l'homme.

III.2. Résultats d'analyse des éléments traces métalliques

III.2.1. Qualité de la chair des poissons analysés

Les résultats d'analyses des concentrations d'arsenic (As), du mercure (Hg), du plomb (Pb) et du cadmium (Cd) dans la chair de daurade, de pageot et de rouget de vase sont présentés ci-dessous (**tableau 7**) en faisant référence aux limites établies par la réglementation algérienne.

Le Plomb, L'arsenic et le cadmium sont analysés par ICP-ms (LQ= 1ppb), tandis que le mercure est analysé par SAA (LQ= 0,1ppb).

Tableau 7-concentration du plomb, d'arsenic, du cadmium et du mercure dans la chair des poissons étudiés.

Métal	Concentration du métal en µg/g						Seuil (µg/g)
	Pageot		Daurade		Rouget de vase		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Arsenic	756,17	250,26	62,89	63,95	460,64	271,54	0,02
Mercure	27,81	21,30	0,714	0,610	1,65	0,14	1
Plomb	0,26	0,06	0	0,24	0,48	0,37	0.3
Cadmium	0	0	0	0,020	0	0	0,05

♂ : male ; ♀ : femelle

- **Arsenic**

L'analyse d'arsenic a révélé des concentrations remarquables dans la chair des trois espèces étudiées avec des concentrations allant de 62,89 µg/g à 756,17 µg/g. Ces teneurs sont supérieurs au seuil limite établi par la réglementation algérienne (**Arrêté de 05 janvier 2011**).

Il est notable que les concentrations sont plus élevées dans la chair du pageot suivi de rouget de vase puis de la daurade.

Il est à noter que les concentrations chez les males sont nettement plus élevées que les femelles chez le pageot et le rouget. Alors que chez la daurade les concentrations sont presque similaires

Les concentrations d'arsenic très élevées, relevées chez les espèces étudiées, pourraient être expliquées par le type d'analyse utilisée, qui englobe à la fois l'arsenic organique et inorganique.

La partie organique est connue par ces concentrations importantes et son effet faiblement toxique alors la partie inorganique est celle qui est prise en considération avec son effet toxique considérable (**De Temmerman et al., 2011**).

- **Mercur**

Les concentrations du mercure les plus élevées ont été enregistrées dans la chair de pageot mâle et femelle avec 27,81 $\mu\text{g/g}$ et 21,30 $\mu\text{g/g}$, respectivement, suivi de de la chair male de rouget de vase avec 1,65 $\mu\text{g/g}$. Celles-ci dépassent le seuil établi par la réglementation algérienne.

Tandis que les concentrations trouvées chez la daurade et les femelles du rouget étaient bien inférieur au seuil de 1mg/kg.

Les concentrations du mercure dans la chair des espèces males sont plus élevées que chez les femelles pour les trois espèces étudiées.

Le mercure reste l'élément le plus dangereux répertorié à ce jour (**Atroune et al 2015**), particulièrement en amont des oueds et lors des crues en baie et au port d'Alger avec un apport des particules dissoutes ou particulaires très importantes d'origine terrigènes comme oued el Harrach, oued El Hamiz. En plus d'une forte concentration urbaine et industrielle.

- **Plomb**

Les concentrations du plomb en dépassés le seuil 0,3 mg/kg (JORADP 2017) dans la chair du rouget de vase avec des taux de 0,48 $\mu\text{g/g}$ chez les mâles et 0,37 $\mu\text{g/g}$ chez les femelles. Alors que celles du pageot (mâles et femelles) et de la daurade (femelle) étaient faibles, et nulle chez les males.

Les taux de concentrations des métaux chez le rouget peuvent être expliqués par le fait qu'il est un poisson fouisseur vivant auprès des sédiments de type vaseux (**Bachouche, 2017**). Ces derniers sont un véritable piège à métaux.

Les concentrations relativement élevés du plomb pourraient être justifiées par des facteurs environnementaux car sur le site d'Alger, on note l'apport très élevé d'eaux usées domestiques et d'activité de fabrication de batteries à base de plomb (Mzoughi et Chouba, 2005).

L'activité portuaire par son large usage du plomb à Alger, la forte consommation du carburant ainsi que la peinture antisalissure sur les coques des différents bateaux sont à l'origine des fortes concentrations dans cette zone (Mzoughi et Chouba, 2005).

- **Cadmium**

L'absence de cadmium est notée dans les échantillons analysés sauf chez les femelles de la daurade avec une valeur de 0,02 µg/g. Elle est de loin inférieure au seuil de 0,05 µg/g établi par la norme.

Des concentrations relativement négligeables du cadmium observées dans les muscles, indiquent une accumulation minimale de ces substances dans cet organe. Cette observation peut être expliquée par le comportement écotoxicologique spécifique du muscle, qui favorise l'excrétion des métaux et limite ainsi les processus de bioaccumulation. (Marcovecchio et Moreno, 1993 ; Cinier et al.,1999)

III.2.2. Les teneurs globales des éléments de traces métalliques

Un récapitulatif des concentrations des éléments traces métalliques analysés dans la chair, le foie et la gonade des poissons étudiés, est répertorié dans le tableau ci-dessous (tableau 8) et illustré dans la figure 19.

Tableau 8-Résultats des teneurs globales en As, Hg, Pb et Cd du pageot, daurade et rouget de vase (en µg/).

	Pageot				Daurade				Rouget de vase			
	Chair		Foie	Gonade	Chair		Foie	Gonade	Chair		Foie	Gonade
	♂	♀			♂	♀			♂	♀		
As	756,17	250,26	314,03	NF	62,89	63,95	21,89	NF	460,64	271,54	118,52	131,44
Hg	27,81	21,30	42,43	NF	0,714	0,610	0,14	NF	1,65	0,14	3,91	2,20
Pb	0,26	0,06	11,15	NF	0	0,24	NF	NF	0,48	0,37	5,21	2,34
Cd	0	0	40,94	NF	0	0,020	2,54	NF	0	0	1,34	0,46

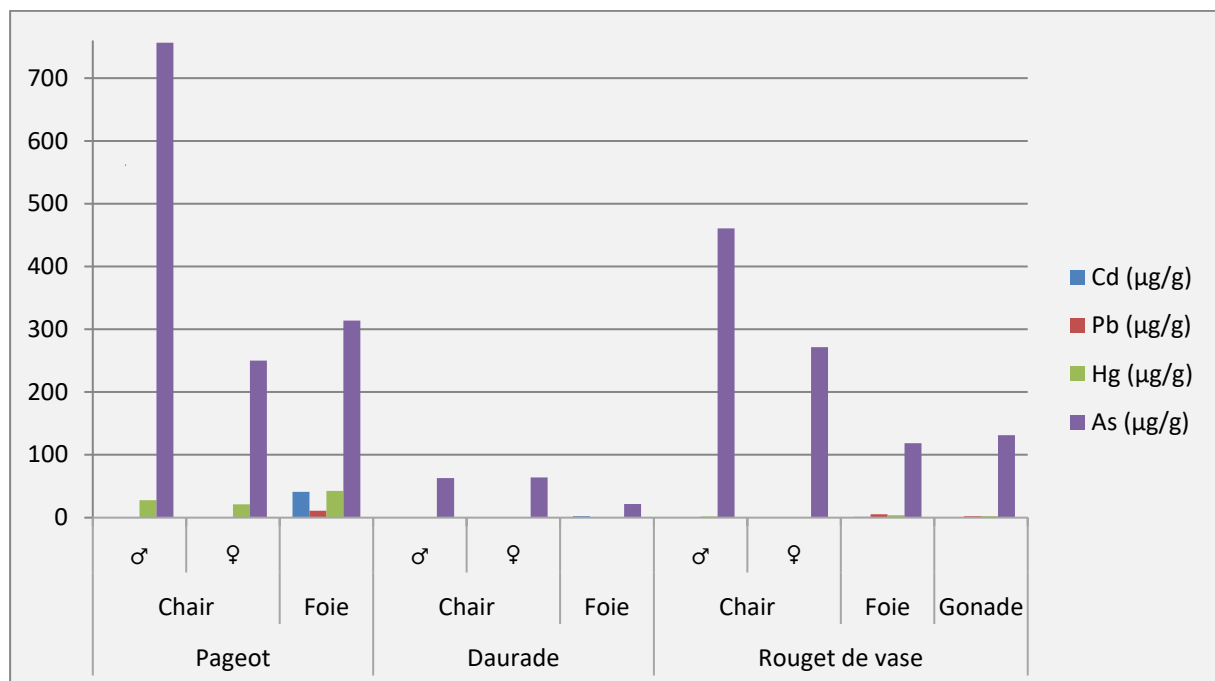


Figure 19 : Variations des concentrations des métaux lourds analysés dans les trois espèces de poissons (en µg/g de poids frais)

Les concentrations d'arsenic observées dans foie est nettement inférieures que celles de la chair pour les trois espèces, ainsi que les gonades du rouget de vase.

Les concentrations du mercure, plomb et cadmium sont très élevées au niveau du foie que la chair chez le pageot et le rouget de vase. Alors que chez la daurade, la même évolution est notée pour le cadmium, tandis que c'est l'inverse qui est obtenu pour le mercure.

La bioaccumulation de mercure est supérieure dans le foie qui est largement reconnu comme l'organe primordial qui assume les fonctions essentielles de détoxification, de transport et de stockage des substances toxiques (Adeyeye et Ayoola, 2013).

Selon Yongju et al. (2015), il a été observé que la concentration totale de mercure (Hg total) dans les gonades femelles peut être expliquée par une interaction de haute affinité entre le mercure et les hormones féminines, telles que l'œstradiol et les œstrogènes, présents dans les ovaires des poissons.

L'accumulation du plomb dans les gonades femelles peut être due au phénomène d'accumulation des réserves nutritives durant la vitellogénèse (Mortet, 1989).

Pour la présence du cadmium dans le foie des trois espèces de poissons et les gonades est pratiquement dû à leur présence à l'état physiologique dans les tissus mous comme cofacteurs enzymatiques (Marcovecchio et Moreno, 1993 ; Cinier et al., 1999). Ce qui engendre une bioaccumulation et des concentrations plus élevées dans le foie (Sen et al., 2023).

III.3. Evaluation de risque sur la santé de l'homme

III.3.1. Dose journalière d'exposition « DJE »

Les valeurs de DJE calculées à partir des métaux provenant de la consommation de poissons sont présentées dans le tableau ci-dessous (tableau 9).

Tableau 9 : Estimation de l'apport quotidien de Hg, Pb, As et de Cd provenant de la consommation de la chair des trois poissons.

Métal	Dose journalière d'exposition ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$)						Norme (FAO/WHO, 2020)
	Pageot		Daurade		Rouget de vase		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Mercur	10,04	13,11	0,28	0,33	0,64	0,78	0.1
Plomb	0,03	0,12	0,11	0	0,17	0,22	3
Arsenic	117,98	356,48	30,15	29,65	128,01	217,16	1
Cadmium	0	0	0,0093	0	0	0	0.83

Les résultats de dose journalière d'exposition à l'arsenic obtenus, dans cette étude varient d'un minimum de $29,65 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ à un maximum de $356,48 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$.

Les valeurs de DJE au mercure sont très importantes chez le pageot avec 13,11 et 10,04 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ pour les femelles et les mâles, respectivement. Alors que des valeurs allant de 0,28 à $0,78 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ sont enregistrées pour la daurade et le rouget de vase. Ce qui est expliqué par les concentrations initiales obtenues dans la chair.

Tous ces résultats ont dépassés le seuil établi par **FAO/WHO (2020)**, ce qui indique que les niveaux considérés comme nocif pour la santé humaine sont dépassés.

Pour le plomb et le cadmium, des doses journalières d'exposition ont été enregistrées. Elles ne dépassent pas $0,22 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ pour le plomb et $0,0093 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$ pour le cadmium. Elles sont inférieures à la norme de la **FAO/OMS (2020)**, qui est de 3 et $0,83 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$.

Les résultats obtenus pour la daurade sont bien supérieurs à celle de **Lounas et al. (2021)** où elle a mentionné des taux de $4,34 \times 10^{-4} \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ et de $1,93 \times 10^{-4} \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ pour le plomb et le cadmium, respectivement.

III.3.2. Le quotient du risque cible « THQ »

En ce qui concerne l'évaluation du risque non cancérigène pour la santé, le **tableau 10** présente les concentrations non cancérigènes spécifiques à chaque métal lourd chez les adultes.

Tableau 10 : Le quotient du risque cible et l'indice de danger HI.

	THQ					
	Pageot		Daurade		Rouget de vase	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Mercur	8,415	6,446	0,216	0,185	0,604	0,498
Plomb	0,002	0,001	0	0,002	0,005	0,004
Arsenic	76,273	25,243	6,344	6,451	56,062	33,048
Cadmium	0	0	0	0,0006	0	0
HI = THQ_{total}	84,69	31,69	6,56	6,6386	56,671	33,55
HI = THQ sans As	8,417	6,447	0,216	0,1876	0,609	0,502

Le quotient de risque (THQ), qui permet l'évaluation des risques non cancérigènes associées à une exposition à long terme aux contaminants, de l'arsenic est très élevé chez les trois espèces de poissons. Il est à noter aussi les taux élevés pour le mercure chez le pageot. Alors que, pour le plomb et le cadmium des taux très faible ont été observés.

D'après ce résultat, des risques potentiels sur la santé de l'homme, par rapport à l'arsenic et au mercure sont signalés. Alors qu'une absence est notée pour le plomb et le cadmium.

Bien que les fruits de mer aient tendance d'avoir des niveaux élevés d'arsenic_{total}. Cependant la majorité d'entre eux tendent à être les espèces organiques d'arsenic, moins toxiques (**De temmerman et al 2011**). De cela, et bien que l'analyse faite sur l'arsenic englobe les deux formes d'arsenic (la forme organique la plus abondante et la moins toxique et la forme

inorganique) on peut déduire que la concentration élevée d'arsenic trouvé représente un grand pourcentage d'arsenic organique.

Le THQ du mercure a dépassé le seuil dans le pageot avec des valeurs de 6,446 pour la chair des femelles et 8,415 pour les mâles, en revanche, il était inférieur à 1 dans la daurade et le rouget.

Ces résultats, pour le mercure, sont inférieurs à ceux signalés par **Kontas et al. (2021)** pour le rouget (THQ=1,578) et supérieurs pour le pageot (THQ= 4,487).

Alors que pour le plomb et le cadmium, nos résultats corroborent avec ceux de **Kontas et al. (2021)** qui a travaillé sur le pageot et le rouget, et ceux de **Lounas et al (2021)** qui a travaillé sur la daurade, où toutes les valeurs de THQ étaient inférieures à 1.

Les résultats d'indice de danger sans l'arsenic ont été calculés. Les résultats montrent de valeurs inférieures à 1, pour la daurade et le rouget de vase. Ce qui signifie que la consommation de ces poissons ne va pas engendrer de risques la santé humaine.

Conclusion

Conclusion

Notre présente étude constitue une contribution à l'évaluation de la contamination métallique par quatre métaux toxiques à savoir le cadmium, le plomb, le mercure et l'arsenic, ainsi que la détermination de la qualité bactériologique de la chair de trois espèces de poissons, commercialement importante en Algérie, qui sont la daurade, le rouget de vase et le pageot dans le but de déterminer le risque pour la santé de l'homme.

Au terme de ce travail, on a effectué une synthèse des résultats trouvés pour nous permettre de faire un bilan actuel global :

- Les résultats de l'évaluation de la qualité microbiologique, montrent que la chair du rouget de vase, du pageot commun ainsi que la daurade sont de qualité bactériologique satisfaisante vis-à-vis les quatre critères d'évaluation : la flore aérobie à 30°C, des staphylocoques a coagulase positif, des coliformes thermo-tolérants et des salmonelles n'a été détectée.
- Quel que soit l'organe étudié, l'arsenic_{total} renferme les concentrations les plus élevées, ces dernières sont excessivement supérieures dans la chair par rapport au foie et aux gonades, cela indique qu'une grande quantité de ce métal est bio-concentrée par contact avec le milieu marin.
- Tandis que le mercure, le plomb et le cadmium sont plus concentrées dans le foie par rapport à la chair ce qui indique une assimilation par voie interne, les concentrations observées dans cet organe sont expliquées par la fonction de ce dernier comme organe de détoxification.
- L'étude de risque sur la santé humaine révèle que la consommation du pageot peut engendrer des effets nocifs sur la santé principalement due à la présence anormale d'arsenic et de mercure.
- L'estimation du risque des métaux lourds sur la santé de l'homme, nous a apporté l'assurance que le consommateur algérien n'est pas exposé au risque des métaux lourds toxiques en consommant la daurade et le rouget. Mais cette estimation n'inclue pas l'arsenic_{total} puisque il comprend une grande portion organique peu nocif sur la santé humaine.

- Cette étude nous a permis d'élargir la recherche de la contamination métallique en ajoutant l'arsenic qui est peu évalué dans les poissons en Algérie.

Au terme de ce travail, Il en découle des perspectives futures de recherches intéressantes :

- Mise en œuvre d'une minéralisation séquentielle pour déterminer le taux d'arsenic inorganique et évaluer sa toxicité sur la santé de l'homme ;
- Travailler sur une large gamme d'échantillons de différents poissons et d'autres produits de la pêche ;
- Mettre en œuvre un programme efficace destiné à résoudre les problèmes des eaux usées (urbaines et industrielles) par l'installation notamment, de stations d'épuration ;
- Sensibiliser le grand public et les professionnels de la mer sur la valeur des milieux maritimes pour les générations actuelles et futures ;

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

A

A.I.E.A, (2001). Training workshop on the analysis of trace metals in biological and sediment samples. Laboratory Procedure Book.p.45.

Abdelmalek A, Lezzar A. (2016) Les bactéries du groupe Klebsiella, Enterobacter, Serratia responsables des bactériémies au CHU de Constantine et leurs profils de résistances aux antibiotiques. Mémoire de Master. Écologie Microbienne. Constantine: Université des Frères Mentouri Constantine.p. 56.

Abid-Kachour, S. (2014). Contribution à l'étude des parasites digènes de trois poissons téléostéens merlu (*Merluccius merluccius*), pageot (*Pagellus erythrinus*) et chinchard (*Trachurus trachurus*) de la côte oranaise. PhD Thesis, Thèse de Doctorat. Biologie .Oran : Université d'Oran.

Abotchi, K., seydi, M. (2010). Evaluation de la qualité microbiologique des poissons fumes artisanalement au Togo.

ADEYEYE, AYOOLA, B. (2012). Heavy metal concentration in some organs of african catfish (*clarias gariepinus*) from Eko-Ende dam, Ikirun, Nigeria.Continental journal of Applied Sciences (Nigeria) Vol. 7(1) : pp 14 – 18.

Adriano D.C. (2001). In: Trace Metals in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability and Risks of Metals. 2ème édition, New York : Springer-Verlag. p.867.

Ahmad. A.K, Sarah, A., et al, (2015). Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Fish Species Collected from Catchments of Former Tin Mining. International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology.

Aissat, F, (2010) « Ecologie, biologie et exploitation du rouget de vase *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 de la région Algéroise. Mémoire de magister. Biologie. Alger : USTHB.

Amiard, J.C., Pinneau A., et al, (1987). Application de la spectrophotométrie d'absorption atomique Zeeman au dosage de 8 éléments traces (Hg, Cd, Cr, Mn, Pb, Se) dans la matière biologique solide. Water Research, 21(6).p.p. 693-697

Aroussi, I., Bounab, Y, (2021). Evaluation de la qualité microbiologique et niveau des éléments trace métalliques dans les poissons comestibles et risque sur la santé de l'homme. Mémoire de fin d'étude. Biotechnologie marine. Alger : ENSSMAL. p. 37.

ATDSR, (2007). toxicological profile for arsenic.

Atroune F ,(2015). « Degré de pollution marine par les métaux lourds dans les sédiments superficiels des principaux ports algériens ». [En ligne], [Consulte le 08 juin 2023] disponible sur : <https://www.paralia.fr/cmcm/e03-21-atroune.pdf>.

Audigie, C., Dupont, G., Zonszain, F, (1985). Principes des méthodes d'analyse biochimique. Paris : Doin, Tome 1.p. 190.

B

Bachouche, S., Houma, F., et al, (2017). Distribution and Environmental Risk Assessment of Heavy Metal in Surface Sediments and Red Mullet (*Mullus barbatus*) from Algiers and BouIsmaïl Bay (Algeria). *Environmental Modeling & Assessment*, 22(5).p.p.473–490. doi:10.1007/s10666- 017-9550-x.

Baker A.J.M. & Walker P.L, (1989). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants. In : heavy metal tolerance in plants:Evolutionary aspects. Shaw, A., Boca Raton : CRC press. p.p. 155-177.

Bauchot, M.L. Hureau, J.C, (1986). Sparidae. In: Fishes of the North- Eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Tortonese édition.

Bauchot, M.L. Hureau, J.C. (1990). Sparidae. In : J.C. Quero, J.C. Hureau, C. Karrer, A. Post and L. Saldanha (eds.) Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; and UNESCO, Paris. Vol. 2 .p.p. p. 790-812

Ben Bouih H, Nassali H, et al, (2005). Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat (Maroc). *Afrique Science*, 1(1). p.p.109-125.

Benadda, H, (2019). Evaluation de la contamination métallique (Cu,Zn,Cd,Fe) et microbiologique (Coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, *Streptocoques fécaux*, *Salmonella*) des oursins et holothuries et du milieu dans différents sites côtiers. Phd Thesis, Ecologie et Environnement Marin. Mostaganem : Université de Mostaganem.

Beraud, J, (2004). Le technicien d'analyses biologiques. Paris : Lavoisier. p.356.

Bernhard M, (1977). Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique : 3ème partie échantillonnage et analyse du matériel biologique, FAO. Document technique sur les pêches N° 158. p. 139.

BILLON, J, (1976). Intérêt du froid dans la conservation du poisson et des crustacées : aspects microbiologiques. *Bul. Acad. Vétérinaire de France*. p.p.333-334.

Bliefert C. Perraud R. (2004). Chimie de L'environnement. In: Air, eau, sols, déchets. Boeck Université. p.p. 373-374.

Boglione C. (2022). « The effects of stocking densities versus tank volume on the skeleton of gilthead seabream *Sparus aurata* in the hatchery and preongrowing phases of the production cycle ».

Borchardt T. (1985). Relationships between carbon and cadmium uptake in *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 85. p.p.233-244.

Boulgheb, R., Kahlessenane,s., et al. (2012). Contribution à un contrôle physico-chimique, biochimique et microbiologique de quatre especes de poisson (Boops boops, millus barbatus, merlangius merlangus et trachurus trachurus) écoulées sur le marché de jijel. Mémoire de fin d'étude. Contrôle de qualité et analyses. Jijel : Université de jijel. p. 42.

Bourgeois C.M., Leveau J.Y, (1991). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol 3 : le contrôle microbiologique. - 2ème éd. Paris : Lavoisier. Tech. Doc. p.454.

Boutiba Z, (2004). Guide de l'environnement marin. Oran: Edit: DAR EL GHARB .p.273.

C

Canada, Santé, (2012). Exposition aux produits chimiques et effets sur la santé. Éducation et sensibilisation. [En ligne], [Consulte le 15 mars 2023] disponible sur : <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/effets-exposition-aux-produitschimiques-sante.htm>

Carmalt, C. J. N. C et al, (1998). Arsenic, Antimony and Bismuth: some general properties and aspects of periodicity. *Chemistry of Arsenic, Antimony and Bismuth*. N. C. Norman, Thomson Science

Casas S., (2005). Modélisation de la bioaccumulation de métaux traces (Hg, Cd, Pb, Cu et Zn) chez la moule, *Mytilus galloprovincialis*, en milieu méditerranéen. *Symbiosis*. Thèse de doctorat. Océanologie biologique. France : Université du Sud Toulon Var. p.364

Chouba, L., Mzoughi-Aguir, N. (2006). Les métaux traces (Cd, Pb, Hg) et les hydrocarbures totaux dans les sédiments superficiels de la frange côtière du golfe de Gabès. *INSTM Bulletin: Marine and Freshwater Sciences*.p.p.93-100.

Cinier, C. ;Petit-Ramel, M., et al. (1999). Kinetics of cadmium accumulation and elimination in carp *Cyprinus carpio* tissues. *Comparative Biochemistry and Physiology* C.p.p.345- 352

CNRDPA, 2005. Etude environnementale de la baie de Bou- Ismail monographie de région de Bou Ismail. Rapport d'étude.p.19

Colloca, F. & Cerasi, (2009). FAO - *Sparus aurata* Linnaeus. [En ligne], [Consulte le 20 février 2023] disponible sur : https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/fr/fr_giltheadseabr.htm.

Cossa D., Françoise E-B et al ,(1993). Le plomb en milieu marin biogéochimie et écotoxicologie. *Rapports scientifiques et techniques de l'Ifremer N°3*.

Cossa, Daniel, (1987). « Le cadmium et le mercure en milieu cotier : biogéochimie et utilisation du genre mytilus comme indicateur quantitatif ». These de doctorat, Paris .p.6.

D

DAMY P.C, (2011). Synthèse des connaissances sur l'origine et la disponibilité du cadmium dans les eaux continentales. Onema/Agences de l'eau et l'OIEau

De Temmerman,L, Ruttens, A, et al. (2011). Spéciation de l'arsenic dans le poisson et d'autres denrées alimentaires, Pub. L. No. SPECAS (RF6205).

Debabza M ,(2015). Emergence en milieu hospitalier des bacilles Gram négatifs multirésistants aux antibiotiques : étude bactériologique et moléculaire. Thèse de doctorat. Microbiologie appliquée. Annaba : Université Badji Mokhtar-Annaba, p.p.60-65.

Dellacqua, Z., Di Biagio C et al ,(2022). « The effects of stocking densities versus tank volume on the skeleton of gilthead seabream Sparus aurata in the hatchery and preongrowing phases of the production cycle ». [En ligne], [Consulte le 18 aout 2023] disponible sur : <https://art.torvergata.it/handle/2108/327004>.

Denis F., Ploy M-C., Martin C. (2007). Bactériologie médicale. France : Ellipses. . 2ème Edition. p.573

Di B., Anfossi S., et al. (1997). Dossier SAM 1997, les métaux lourds. Méthode spectrométriques d'analyse et de caractérisation.p.49

E

EFSA, (2009). Scientific Opinion on Arsenic in Food EFSA Journal. 7: 1351. p.p. 2-4

Esseily F. & Daher G. (2000). Détermination des métaux lourds dans trois espèces de poissons et au niveau des huils ports de pêche libanais. In: Annales de recherche scientifique.p.p 69-75.

F

Fakayode S.O, (2005). Impact assessment of industrial effluent on water quality of the receiving Alaro River in Ibadan, Nigeria. AJEAM-RAGEE. p.p.1-13.

FAO, (2006). State of World Aquaculture: 2006 Advance. FAO Fisheries Department, Rome.

Fellouh, T., Benarbia, S. (2022). Étude de quelques paramètres biologiques et microbiologiques chez un Sparidé : le pageot commun « Pagellus erythrinus (Linné, 1758) » capturé sur la côte de Mostaganem. Mémoire de fin d'étude. Ressource halietiques. Mostaganem : Université de Mostaganem.p.72.

Fischer, W., Bauchot, M. L., & Schneider, L, (1987). Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. ZONE DE PECHE 37 (Vol. 2). Rome: FAO.

Förstner, U. et Salomons, W, (1980). 'Trace metal analysis on polluted sediments', *Environmental Technology Letters*, 1(11).p.p. 494–505. doi : 10.1080/09593338009384006.

Francesconi, Kevin A. (2010) "Arsenic species in seafood: Origin and human health implications" *Pure and Applied Chemistry*, vol. 82, no. 2, 2010, p.p. 373-381.

Fréry N., Saoudi A., Garnier R et al. (2011). Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement-Tome1- Présentation générale de l'étude Métaux et métalloïdes. Rapport.p.151

G

Garin-M A. & Simon O, (2004) : Fiche radionucléide: Cadmium 109 et environnement. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire. Direction de l'environnement et de l'intervention – Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes.p.14

Gourmelon, M. et al, (2002). Dénombrement des coliformes thermotolérants ou des *Escherichia coli* dans des sédiments côtiers vaseux. p.75.

GRAM L. et DALGAARD P. (2002). Fish spoilage bacteria problems and solution. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 13. p.p.262 – 266.

Guiraud JP. (1998). Microbiologie alimentaire. Paris : Ed. Dunod.p.652

H

Haddag K, (2022). Estimation de la teneur en mercure, métaux lourds et qualité microbiologique de quelques espèces de poissons dans la région Algéroise, effets potentiels santé-environnement. Mémoire de fin d'étude. Biotechnologie marine. Alger : ENSSMAL. p.p. 54-67.

Hebbar, C., Kerfouf, A., et al. (2012). Contribution à l'étude de la reproduction du rouget barbet de vase *Mullus barbatus barbatus* (Linné, 1758) de la baie d'Oran (Algérie). *Journal Sciences Halieutique & Aquatique*, 5. p.p. 144-151.

Hobbs, G. & Hodgkiss, W, (1982). The Bacteriology of Fish Handling and Processing. In *Developments in Food Microbiology I* (ed. R. Davies), pp 71-117. Barking, Essex, England: Applied Science Publishers Ltd. p.p. 71-117

Horiguchi H., Oguma E., et al. (2004). Dietary exposure to cadmium at close to the current provisional tolerable weekly intake does not affect renal function among female Japanese farmers. *Environmental Research*, 95(1).p.p.20-31.

Houkptain A-S-J. (2012). Ecosystème aquatique et pollution par les métaux toxiques : cas d'une étude réalisée dans la cité lacustre de Ganvié. Paris : édition Lavoisier.p.116

Huss, H. H. (1999). La qualité et son évolution dans le poisson frais. FAO Document technique sur les pêches. N 348. Rome. FAO., 198p.

Hyder, O., Chung, M.,et al. (2013). Cadmium exposure and liver disease among US adults. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 17. p.p.1265-1273.

I

Ifremer, (2004). Compte rendu du Séminaire : Les Journées contamination décontamination des mollusques bivalves. Nantes, du 26 au 27 Mai 2004.p.18

INERIS, (2010). Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques: Arsenic et ses dérivés inorganiques.p.124

INRS. (2020), Base de données FICHES TOXICOLOGIQUES, Plomb et composés minéraux.

ISO 17294-1. (2004). Qualité de l'eau — Application de la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) — Partie 1: Lignes directrices générales. Première édition.p.5.

ISO 4833-1. (2013). Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour le dénombrement des microorganismes — Partie 1: Comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur. Première édition : 09-01.p.5

ISO 7218. (2007). Microbiologie des aliments — Exigences générales et recommandation. Troisième édition.p.69

ISO 9308-2. (2012). Qualité de l'eau — Dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes — Partie 2: Méthode du nombre le plus probable.

J

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39. (2017). Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (les poissons et produit de la pêche).

K

Kabata-Pendias, A., Pendias, H ,(2001). Trace elements in soils and plants. CRC Presse.

Keha Lamia et Abdellah Amina. (2017). Contribution À Une Étude Physicochimique De La Sardine (*sardina Pilchardus*) Et De Rouget De Vase (*mullus Barbatus*). Mémoire de fin d'étude. Biochimie et microbiologie. Jijel : Université Mohammed Seddik Ben Yahiya - Jijel. p.p. 12-15.

Kontas, A., Alyuruk, H., Bilgin, M et al, (2022). Metal bioaccumulation and potential health risk assessment in different tissues of three commercial fish species (*Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, and *Pagellus erythrinus*) from Edremit Bay (Aegean Sea), Turkey. *Biological Trace Element Research*, p.p.1-13.

Koumba k, (2010). Fréquence d'isolement des Klebsiella au laboratoire de bactériologie CVD du CHU Gabriel tour de 2002 à 2007. these de pharmacie. Stomatologie Mali. Université de Bamako. p.53.

Kuivenhoven M, Mason K ,(2022). Arsenic Toxicity. In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). PMID: 31082169.

L

Labat, R., Roqueplo, C., Ricard et al. (1977). Actions écotoxicologiques de certains métaux (Cu - Zn - Pb - Cd) chez les poissons dulçaquicoles de la rivière Lot. *Annales de Limnologie*, 13(2).p.p. 191–207.

doi:10.1051/limn/1977008.

Lamare V, Castillo J, Pastor J in : DORIS, (2021) : *Sparus aurata* Linnaeus, 1758. [En ligne], [Consulte le 1 septembre 2023] disponible sur <https://doris.ffesm.fr/ref/specie/465>.

Lamprea Maldonado, D. K. (2009). Caractérisation et origine des métaux traces, hydrocarbures aromatiques polycycliques et pesticides transportés par les retombées atmosphériques et les eaux de ruissellement dans les bassins versants séparatifs péri-urbains Thèse de doctorat. Génie civil. France : Ecole Centrale de Nantes.p.297

Layachi, M., Melhaoui, M. et al. (2007). Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance du Rouget-barbet de vase (*Mullus barbatus* L., 1758) de la zone littorale méditerranéenne de Nador (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 29.p.p. 43-51.

Laredj, O. (2017). Les pesticides : de la biodégradation à l'alternative biologique. Mémoire de master. Sciences et Techniques de l'Environnement. Alger : Ecole Nationale Polytechnique d'Alger.

Livadas, R. J. (1989). A study of the biology and population dynamics of pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758), family Sparidae, in the Seas of Cyprus. *FAO Fish Rep*, 412.p.p. 58-76.

Louazene S., Boukhatem K. (2019). Etude de la qualité hygiénique et organoleptique de pageot « Pagellus acarne » durant sa conservation. Mémoire de fin d'étude. Contrôle de qualité des aliments. Mostaganem : Université de Mostaganem.p.41.

Lounas, R., Kasmi, H. et al. (2021). Heavy metal concentrations in wild and farmed gilthead sea bream from southern Mediterranean Sea—human health risk assessment. Environmental Science and Pollution Research. Doi:10.1007/s11356-021-12864-310.1007/s1

M

MacFaddin, J. F. (2000). Biochemical tests for identification of medical bacteria, Philadelphia : 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins.p.p.5-10.

Manda, Katemo, Gilles Colinet, Luc André. (2010). Evaluation of Contamination of the Food Chain by Trace Elements (Cu, Co, Zn, Pb, Cd, U, V and As) in the Basin of the Upper Lufira (Katanga/DR Congo). Tropicultura 28.p.p.246-52.

Mandal, B. K., Suzuki K. T. (2002). "Arsenic round the world: A review." Talanta 58(1).p.p. 201-235.

Marchal, N., Bourdon, J.L., Richard, CL. (1991). Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries .3ème Ed. Paris : Doin éditeurs.

Marcovecchio, J.E. and Moreno, V.J. (1993). Cadmium, Zinc and Total Mercury Levels in the Tissues of Several Fish Species from La Plata River Estuary, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment, 25.p.p.119-130.

Martelli A., Rousselet E. et al. (2006). Cadmium Toxicity in Animal Cells by Interference with Essential Metals. Biochimie, 88(11). p.p.1807-1814.

Metin, G., AKIN, İ. Ozan S., Hasan K. (2011). Biological characteristics of the common pandora, Pagellus erythrinus (Linnaeus, 1758), in the central Aegean Sea. Turkish Journal of Zoology 35, no 3.p.p. 307-315. <https://doi.org/10.3906/zoo-0904-4>.

Miquel. M-G, (2001). Rapport sur les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technologiques (O.P.E.C.S.T). N°261. France : ed SÉNAT.p.365

Morlot M. (1996). AGHTM aspects analytiques de plomb dans l'environnement. Paris : lavoisier, TEC & DOC: XIV.p.p.6.12.

Mortet, Y. (1989). Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité des sardinelles *Sardinella aurita* dans la baie d'Oran. Mémoire de fin d'étude. Ressources halieutiques. Oran : Université d'oran.p.80.

N

Ndome C.B., Ekaluo U.B. et al. (2010). Comparative bioaccumulation of heavy metals (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd and Cr) by some edible aquatic molluscs from the Atlantic Coastline of South Eastern Nigeria. *Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(4).p.p.317- 321.

Nemous, O., & Nechniche, F. (2022). Etude de la qualité hygiénique de la Daurade Royale « Sparus aurata » (linnaeus, 1758) élevée à Mostaganem. Mémoire de fin d'étude. Ressource halieutique et exploitation durable. Mostaganem : Université de Mostaganem.

Nies D.H, (1990). Microbial heavy-metal resistance. *Applied Microbiology biotechnology*, 51(6).p.p.730-750.

Nriagu J.O. (1980). Production, Uses, and Properties of Cadmium, Cadmium in the Environment, Part 1: Ecological Cycling, J.O. Nriagu. Toronto : John Wiley and Sons. p.p 35-70.

O

Ouali, K, (2016). Teneurs en Éléments Traces Métalliques des sols agricoles de la Wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire de fin d'étude. Sol, plantes et environnement. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

P

Pajuelo, J., & Lorenzo, J. (1998). Population biology of the common pandora *Pagellus erythrinus* (Pisces: Sparidae) off the Canary Islands. *Fisheries Research*, 36(2-3).p.p.75–86. doi:10.1016/s0165-7836(98)00110-6.

Pauc H., Ait Kaci Hamed D. (1987). La sédimentation en baie de Bou -Ismail et les apports en suspension de l'oued Mazafran (Algérie) -Variations saisonnières. In: *Géologie Méditerranéenne*. Tome 14, numéro 3. p.p.175-179.

Philippe B., Olivier C., Jacques C et al. (2008). Saturnisme: quelles stratégies de dépistage chez l'enfant ? [Rapport de recherche] Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).p.316

PICOT André. (2002). Expert européen de toxicologie. Le trio mercure, plomb, cadmium. Les métaux lourds : de grands toxiques.2002.

R

Ramade, F. (1992). Précis d'Ecotoxicologie. . Paris : Ed. Masson. p.224

Revol A et Leclère P. (2014). « Les microorganismes dans l'alimentation ». Projet professionnel. France.

Rodier, J., Merlet, N., COLL, (2009). L'analyse de l'eau. Chapitre A. Paris : Dunod.

Sekkal, N. (2016). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique du poisson congelé panga (*Pangasius hypophthalmus*). Mémoire de fin d'étude. Aquaculture. Alger : ENSSMAL, p.50.

Roels H., BuFchet JP., Lauwerys R, (1980). Exposure to lead by the oral and the pulmonary routes of children living in the Vicinity of a primary lead smelter. *Environmental Research*, 22.p.p.81-94.

Rousselet. E ,(2007). Réponse cellulaire vis-à-vis de l'exposition au cadmium chez les animaux. Thèse de doctorat en biologie. Biologie. France : Université Joseph Fourier-Grenoble 1.p.324

S

Said M.I.M., Sabri S.et al. (2013). Arsenic, Cadmium and Copper in Gastropod *Strombus canarium* in Western Part of Johor Straits. *World Applied Sciences Journal*, 23(6).p.p.734-739.

Saltman P., Boroughs H, (1960).The accumulation of zinc by liver slices. *Arch. Bioch. Bioph.*, 86.p.169-74.

Sarkar B, (2002). Heavy metals in the environment .p.p 231-234.

Sen, P., Das, N. et al. (2023). Modeling of Cadmium Bioaccumulation Dynamics in *Channa punctata* (Bloch, 1793) of Dankuni Wetland Ecosystem and Assessment of Risk to Human Health. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 195(6).p.p.3681-3698.

Smatti I., Keddari D. (2019). Niveau de contamination par les éléments traces métalliques cadmium, cobalt, cuivre et zinc de deux cyprinidés et des sédiments du barrage Koudiet Medouar (Batna, Algérie). p.p.14606–14621.

U

USEPA. (2015). Human Health Risk Assessment. Risk-Based Screening Table, Regional Screening Level (Rsl) Summary Table. [En ligne], [Consulte le 22 juin 2023] disponible sur : <http://semspub.epa.gov/work/03/2218434.pdf>

W

Wheelis, M. (2008). Principles of modern microbiology. California : Jones and Bartlett publishers.

Annexes

Annexe 1. Composition des milieux de cultures et réactifs utilisés

- Gélose pour dénombrement ou Plate Count Agar (P.C.A)

Composition	Quantité (g/L)
Tryptone	5,0
Extrait de levure	2,5
Glucose	1,0
Agar A (RM 10)	12,0

pH final : $7,2 \pm 2$ à 25°C.

Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.

- Gélose Chapman :

Ingrédients	gramme/litre
Peptone	10 g
Extrait de viande de boeuf	1 g
Chlorure de sodium	75g
Mannitol	10g
Rouge de phénol	0,025g
Gélose	15g
pH final	$7,4 \pm 0,2$

pH : 7,5. Stériliser à l'autoclave : 15 minutes à 121°C.

- Gélose Salmonella-shigella (S-S) :

gélose SS	
Peptone	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Sels biliaires	8,5 g
Vert brillant	0,33 mg
Lactose	10,0 g
Rouge neutre	25 mg
Thiosulfate de sodium	8,5 g
Citrate ferrique ammoniacal	1,0 g
Citrate de sodium	8,5 g
Agar	15,0 g
pH = 7,3	
Eau distillée	qsp 1 L

pH : $7,3 \pm 0,2$ à 25°C. Ne pas autoclaver.

➤ Bouillon au sélénite de sodium (SFB) :

Tryptone	5
Lactose	4
Sélénite acide de sodium	4
Phosphate disodique	10
L-cystine	0,01

pH : 7,0±0,2 à 25°C. Ne pas autoclaver.

➤ Bouillon lactosé bilié au vert brillant

Peptone	10 g
Lactose	10g
Bile	20 ml
Vert brillant	13,0 mg
pH	7,4

Annexe 2 : Critères microbiologiques applicables aux produits de la pêche et de l'aquaculture

(JORADP N°37,2017).

Catégories des denrées des produits de la mer	Micro-organismes/métabolites	Limites microbiologiques (UFC/g)	
		m	M
Poissons, céphalopodes et mollusques crus (sauf mollusques bivalves vivants)	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³
	Salmonella	Absence dans 25g	

Le prélèvement se fait en surface et en profondeur, après élimination de la peau pour les poissons.

Annexe 3 : Les seuils limites réglementaires de plomb, cadmium et mercure (Arrêté de 05 janvier 2011).

Produits	Teneurs maximales (mg/kg de poids à l'état frais)
1 - Plomb (Pb) :	
1.1 - Chair musculaire de poisson (1) (2).	0,3
1.2 - Crustacés, à l'exception de la chair brune de crabe et à l'exception de la tête et de la chair du thorax du homard et des crustacés de grande taille semblables (nephropidae et palinuridae).	0,5
1.3 - Céphalopodes (sans viscères).	1,0
1.4 - Mollusques bivalves vivants.	1,5
2 - Cadmium (Cd) :	
2.1 - Chair musculaire de poissons (1) (2).	0,05
2.2 - Chair musculaire des poissons suivants (1) (2) :	0,10
- Bonite (<i>Sarda sarda</i>)	
- Sar à tête noire (<i>Diplodus vulgaris</i>)	
- Anguille (<i>Anguilla anguilla</i>)	
- Mulet lippu (<i>Mugil labrosus labrosus</i>)	
- Chinchard (<i>Trachurus species</i>)	
- Louveteau (<i>Luvarus imperialis</i>)	
- Sardine (<i>Sardina pilchardus</i>)	
- Sardinops (<i>Sardinops species</i>)	
- Thon (<i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>)	0,2
- Céteau ou langue d'avocat (<i>Dicologlossa cuneata</i>)	0,3
- Maquereau (<i>Scomber species</i>)	
2.3 - Bonitou (<i>Auxis species</i>)	0,3
2.4 - Chair musculaire d'espadon (<i>Xiphias gladius</i>)	
2.5 - Chair musculaire d'anchois (<i>Engraulis species</i>)	0,5
2.6 - Crustacés, à l'exception de la chair brune de crabe et à l'exception de la tête et de la chair du thorax du homard et des crustacés de grande taille semblables (nephropidae et	

palinuridae). .	
2.7 - Céphalopodes (sans viscères)	1,0
2.8 - Mollusques bivalves vivants (à l'exception des huitres et des coquilles Saint-Jaques)	1,0
3 - Mercure :	
3.1 - Chair musculaire de poissons (1) (2).	0,5
3.2 - Crustacés, à l'exception de la chair brune de crabe et à l'exception de la tête et de la chair du thorax du homard et des crustacés de grande taille semblables (nephropidae et palinuridae).	0,5
3.3 - Chair musculaire des poissons suivants (1) (2) :	
- Baudroies (<i>Lophius species</i>) ;	1,0
- Loup (<i>Anarhichas lupus</i>) ;	
- Bonite (<i>Sarda sarda</i>) ;	
- Anguille (<i>Anguilla species</i>) ;	
- Empereur, hoplostéte orange ou hoplostéte de Méditerranée (<i>Hoplostethus species</i>) ;	
- Grenadier de roche (<i>Coryphaenoides rupestris</i>)	
- Flétan (<i>Hippoglossus hippo-glossus</i>) ;	
- Abadèche du cap (<i>Genypterus capensis</i>) ;	
- Marlin (<i>Makaira species</i>) ;	
- Cardine (<i>Lepidorhombus species</i>) ;	
- Mulet (<i>Mullus species</i>) ;	
- Rose (<i>Genypterus blacodes</i>) ;	
- Brochet (<i>Esox lucius</i>) ;	
- Palomète (<i>Orcynopsis unicolor</i>) ;	
- Capelan de Méditerranée (<i>Tricopterus minutus</i>) ;	
- Pailona commun (<i>Centroscymnes Coelolepis</i>) ;	
- Raies (<i>Raja species</i>) ;	
- Grande sébaste (<i>Sebastes marinus</i> , <i>S. mentella</i> , <i>S. viviparus</i>) ;	
- Voilier (<i>Istiophorus platypterus</i>) ;	
- Sabre (<i>Lepidopus caudatus aphanopus carbo</i>) ;	

<ul style="list-style-type: none"> - Dorade, pageot (<i>Pagellus species</i>) ; - Requins (toutes espèces) ; - Escolier noir ou stomate (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>) ; - Rouvet (<i>Ruvettus pretiosus</i>) ; - Escolier serpent (<i>Gempylus serpens</i>) ; - Esturgeon (<i>Acipenser species</i>) ; - Espadon (<i>Xiphias gladius</i>) ; - Thon (<i>Thunnus species</i>, <i>Euthynnus species</i>, <i>Katsuwonus pelamis</i>). 	
<p>4 - Méthylmercure (3) :</p> <p>4.1 -poissons frais à l'exception des poissons prédateurs cités au niveau du point 4-2.</p> <p>4.2 - poissons prédateurs tels que le requin, l'espadon, le thon, le brochet et autres.</p>	<p>0,5</p> <p>1,0</p>

NB :

(1) Chair musculaire de poissons vivants, de poissons frais, congelés et les filets de poissons et autres chairs de poissons (même hachés), frais ou congelés.

(2) Lorsque le poisson est consommé entier, la teneur maximale s'applique au poisson entier.

(3) Les limites maximales concernant les méthylmercures dans les poissons frais, transformés et dans les produits à base de ces poissons.

BUSINESS MODEL CANVA



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Comité national de coordination pour le suivi de l'innovation et des incubateurs d'entreprises universitaires



BUSINESS MODEL CANVA

Laboratoire de contrôle de qualité des produits de la mer et de l'aquaculture



Binôme

KHEMISSA Yasmine

MEDDAH Asma

Encadreur :

M. KADA Mohamed

2022/2023

Sommaire

Présentation Innovante de la Startup "Labomer" dans le Cadre de la Décision Ministérielle 1275	75
I. Pourquoi on a choisi ce projet ?	75
II. Valeurs proposés	76
➤ Flexibilité et adaptabilité	76
➤ Contrôle de qualité rigoureux	76
➤ Expertise technique	77
➤ Assurance de la qualité	77
III. Offre sectorielle du marché	77
Segment des clients	77
➤ Nouvelles entreprises de transformation des produits de la mer	77
➤ Les établissements de recherche (enssmal, cnrdpa)	77
➤ Pisciculteurs et éleveurs aquacoles	77
➤ Marchés en ligne et plateformes de livraison de produits de la mer	77
➤ Secteur de la restauration	78
IV. Mesure de la compétitivité	78
V. Stratégies de marketing	79
1-Service:	79
2-Prix :	79
4-Promotion :	83
VI. Canaux de distribution :	83
➤ Site web et plateforme en ligne	83
➤ Salons professionnels et conférences	83
➤ Plateformes de commerce électronique spécialisées :	84
➤ Partenariats avec les fournisseurs d'ingrédients	84
VII. Processus de production	84
VIII. Etude financière	85
Les fournisseurs	86
Financement :	87
IX. Partenariats clés	89
➤ Autorités réglementaires	89
➤ Fournisseurs d'équipements de laboratoire	89
➤ Entreprises de traçabilité des produits de la mer	89
➤ Associations professionnelles de l'industrie	89
➤ Instituts de recherche et universités	90

Projet pour la certification d'une startup au titre de la décision ministérielle 1275

➤ Organismes gouvernementaux et organismes de réglementation.....	90
➤ Entreprises de transformation des produits de la mer.....	90
X. Ressources clés :	90
➤ Expertise technique	90
➤ Ressource financière.....	91
➤ Réseaux de partenaires	91
➤ Équipements de laboratoire	91
➤ Personnel qualifié	91
➤ Accès à des échantillons de produits de la mer	91
➤ Certifications et accréditations	91
XI. Sources de revenus :	92
➤ Frais de service.....	92
➤ Formations/ stages.....	92
➤ Contrats à long terme	92
XII. Les coûts et les charges	93
XIII. Sources de revenus :	94
Frais de service :.....	94
Formations/ stages.....	94
Contrats à long terme :	94
XIV. Chiffre d'affaires	94
XV. Conclusion	72

Présentation Innovante de la Startup "Labomer" dans le Cadre de la Décision Ministérielle 1275

Notre domaine d'activité est le contrôle de qualité, spécifiquement des produits de la mer et de l'aquaculture

I. Pourquoi on a choisi ce projet ?

Les produits de la mer sont une source importante de protéines et nutriments dans de nombreux pays, mais ils sont également sujets à des problèmes de qualité et de sécurité. Les consommateurs sont de plus en plus exigeants en termes de transparence et d'origine des produits qu'ils achètent. Les réglementations sont de plus en plus strictes, et les acteurs de l'industrie de la pêche et de l'aquaculture doivent faire face à de nombreux défis pour se conformer à ces normes.

C'est là que notre startup intervient. Nous offrons des services de contrôle de qualité complets et fiables pour les produits de la mer et les exploitations aquacoles. Notre laboratoire sera équipé des technologies les plus avancées et nous allons avoir une équipe d'experts qualifiés dans le domaine. Grâce à notre expertise, nous pouvons garantir la conformité aux réglementations en vigueur, identifier les éventuelles contaminations et assurer la traçabilité des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Ce qui distingue notre startup, c'est notre approche holistique du contrôle de qualité. Nous comprenons que la sécurité alimentaire est une préoccupation majeure, mais nous accordons également une grande importance à la durabilité environnementale. Nous utilisons des méthodes d'analyse respectueuses de l'environnement et nous collaborons étroitement avec les pêcheurs et les éleveurs pour promouvoir des pratiques responsables. De plus, notre expertise en matière de technologie de pointe nous permet d'obtenir des résultats rapides et précis, ce qui est essentiel dans un secteur où la fraîcheur des produits est primordiale.

Le marché des produits de la mer est en pleine expansion, et les consommateurs sont de plus en plus soucieux de la qualité et de l'origine des produits qu'ils achètent. Les réglementations se renforcent également pour garantir la sécurité alimentaire. Cela représente une opportunité unique pour notre startup de devenir un acteur clé dans ce domaine.

Nous prévoyons d'étendre nos activités à l'échelle nationale puis internationale, en offrant nos services aux pêcheurs, aux transformateurs et aux détaillants qui partagent nos valeurs.

Nom de l'Entreprise : LABOMER

Téléphone : 0557928813.

Adresse email : Contact@labomer.com.

Type d'Entreprise : Prestataire de service

Prestataire des services suivants : Analyses microbiologiques et physico-chimiques

Propriétaires : KHEMISSA Yasmine.

MEDDAH Asma.

➤ II. Valeurs proposés

D'abord, la présence limitée de laboratoires de ce type nous incite à nous engager pleinement dans la réalisation de ce projet donc accroître le déploiement de laboratoires spécialisés dans le domaine des produits de la mer dans le but de favoriser l'essor de l'économie circulaire et de renforcer la préservation des écosystèmes marins.

- **Flexibilité et adaptabilité** : En tant que startup, notre laboratoire sera plus flexible dans sa structure et ses processus, ce qui lui permet de s'adapter rapidement aux besoins changeants du marché et des clients. Cela peut se traduire par une offre de services personnalisés, des délais d'exécution plus rapides ou des solutions sur mesure pour les clients.
- **Contrôle de qualité rigoureux** : Mettre en place des protocoles de contrôle de qualité stricts pour garantir la fraîcheur, la sécurité alimentaire et la conformité aux normes réglementaires des poissons et des produits marins.

- **Expertise technique** : Nous offrons une expertise spécialisée dans le domaine du contrôle de qualité des produits marins, en utilisant des méthodes et des équipements de pointe.
- **Assurance de la qualité** : Fournir des certificats et des rapports de contrôle de qualité pour attester de la conformité des produits marins aux normes et aux exigences spécifiques.

III. Offre sectorielle du marché

Segment des clients

- **Nouvelles entreprises de transformation des produits de la mer** : Les startups qui se lancent dans la transformation des produits de la mer peuvent avoir besoin de services de contrôle qualité pour s'assurer de la qualité et de la sécurité de leurs produits. En tant que laboratoire de contrôle qualité, nous offrons des tests et des analyses pour les aider à garantir la conformité aux normes et à la réglementation.
- **Les établissements de recherche (ENSSMAL, CNRDPA, CNT,...)** : Instituts de recherche, universités et centres de recherche en aquaculture peuvent collaborer avec notre startup pour des projets de recherche, des études de qualité et des analyses spécifiques liées à la recherche scientifique, à l'innovation technologique et à la durabilité des produits de la mer.
- **Pisciculteurs et éleveurs aquacoles** : Les pisciculteurs et les éleveurs d'aquaculture qui produisent des poissons, des crustacés, des mollusques ou d'autres organismes aquatiques ont besoin d'un contrôle de qualité rigoureux pour maintenir la santé et la qualité de leurs stocks. Les tests peuvent inclure la surveillance des paramètres de l'eau, la détection de maladies, les tests de qualité des aliments pour animaux et la traçabilité des produits.
- **Marchés en ligne et plateformes de livraison de produits de la mer** : Avec la popularité croissante des marchés en ligne et des plateformes de livraison de produits de la mer, il est essentiel de garantir la qualité et la fraîcheur des produits. En tant que startup de contrôle de qualité, nous offrons des services de vérification et de certification des produits pour rassurer les consommateurs et renforcer la confiance.

- **Secteur de la restauration** : Les restaurants, les chaînes de restauration et les services de restauration collective ont besoin de laboratoires de contrôle de qualité pour s'assurer que les produits de la mer utilisés dans leurs plats répondent aux normes de qualité et de sécurité alimentaire. Cela peut inclure des tests microbiologiques, des tests de fraîcheur, des analyses de composition et des vérifications d'origine.

IV. Mesure de la compétitivité

Identification des clients potentiels	Besoins et préférences des clients	Concurrents principaux
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entreprises de transformation des produits de la mer. ➤ Pisciculteurs et éleveurs aquacoles ➤ Les établissements de recherche et universités. ➤ Marchés en ligne et plateformes de livraison de produits de la mer. ➤ Secteur de la restauration. ➤ Marchés en ligne et plateformes de livraison de produits de la mer 	<p>Analyse physico-chimiques et microbiologiques</p>	<p>Laboratoire de Contrôle et d'Analyse des Produits de la Pêche et de l'Aquaculture et de la salubrité des Milieux (LNCAPPASM) Le Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'aquaculture (CNRDPA). Institut national de la médecine vétérinaire (INMV).</p>

Les points forts de nos concurrents c'est qu'ils sont les seuls sur le secteur du littoral et L'ancienneté de ces entreprises et instituts.

Leur point faible c'est la pression et la quantité importante des analyses demandés dans le marché ce qui va engendrer l'insuffisance du matériel (consommables), et de main d'œuvre.

V. Stratégies de marketing

Notre laboratoire offre une gamme variée de services d'inspection et de contrôle de qualité des produits de la pêche et de l'aquaculture, garantissant leur conformité et leur adéquation à la consommation, tout en les rendant commercialisables sur les marchés.

1-Service :

Nous proposons les services suivants :

I. Analyses microbiologiques.

II. Analyses physico-chimiques.

2-Prix :

Nous proposons ces services avec les prix présenté dans les tableaux suivants.

I. Prix des analyses microbiologiques.

Catégories des denrées des produits de la mer	Micro- organismes/métabolites	Limites microbiologiques (UFC/g)		Prix
		m	M	
Produits de la pêche et de l'aquaculture fabriqués à partir d'espèces de poissons associés à une grande quantité d'histidine	Histamine	100 mg/kg	200 mg/kg	2500 DA
Poissons, céphalopodes et mollusques crus (sauf mollusques bivalves vivants)	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷	
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³	
	Salmonella	Absence dans 25g		

I. Prix des analyses microbiologiques, suite 1

Catégories des denrées des produits de la mer	Micro- organismes/métabolites	Limites microbiologiques (UFC/g)		Prix
		m	M	
Crustacés crus décortiqués	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷	2500 DA
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³	
	Anaérobies sulfito- réducteurs	10	10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25g		
Crustacés crus entiers et Echinodermes crus	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷	
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Anaérobies sulfito- réducteurs	10	10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25g		
Crustacés cuits entiers et Echinodermes cuits	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁵	10 ⁶	
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25g		
	Listeria monocytogenes	100		
Poissons et autres produits de la pêche et de l'aquaculture fumés, salés, marinés	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷	
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	100		
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³	

I. Prix des analyses microbiologiques, suite 2

Catégories des denrées des produits de la mer	Micro- organismes/métabolites	Limites microbiologiques (UFC/g)		Prix
		m	M	
Préparations de poisson et autres produits de la pêche et de l'aquaculture crus à consommer cuits	Coliformes thermotolérants	5.10 ³	5.10 ⁴	2500 DA
	Staphylocoques à coagulase +	50	5.10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25 g		
Crevettes, poissons et Echinodermes séchés	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³	
	Anaérobies sulfito- réducteurs	50	5.10 ²	
	Salmonella	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	100		
produits de la pêche et de l'aquaculture cuites à consommer en l'état	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁶	10 ⁷	
	Coliformes thermotolérants	10	10 ²	
	Staphylocoques à coagulase +	10 ²	10 ³	
	Bacillus cereus	10 ²	10 ³	
	Salmonella	Absence dans 25 g		
	Listeria monocytogenes	100		
Semi-conserves pasteurisées d'origine animale	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁴	10 ⁵	
	Coliformes totaux	Absence		
	Anaérobies sulfito- réducteurs	Absence		
	Staphylocoques à coagulase +	Absence		
	Salmonella	Absence dans 25 g		

I. Prix des analyses microbiologiques, suite 3

Catégories des denrées des produits de la mer	Micro- organismes/métabolites	Limites microbiologiques (UFC/g)		Prix
		m	M	
Semi-conserves non pasteurisées d'origine animale (anchois au sel ou à l'huile)	Germes aérobies à 30 °C	10 ⁵	10 ⁶	2500 DA
	Coliformes totaux	Absence		
	Anaérobies sulfito- réducteurs	Absence		
	Staphylocoques à coagulase +	Absence		
	Salmonella	Absence dans 25 g		

II. Prix des analyses physico-chimique des denrées alimentaires

Analyse physico-chimique	Prix
Ph	/
Brix	/
Conductivité	/
Calcium	/
Nitrate	/
Nitrite	/
Magnésium	/
Chlorure	/
Sulfate	/
Total	1500 DA

A partir des tableaux précédents nous remarquons que le prix de toutes les analyses microbiologiques est estimé à 2 500 DA, et chaque produit alimentaire nécessite une analyse spécifique.

Ainsi que les analyses physico chimique (pH, Brix, Conductivité, Calcium, Nitrate, Nitrite, Magnésium, Chlorure, Sulfates) coute 1 500 DA.

4-Promotion

Page Facebook/ Instagram (Sponsorisé)

Carte visite :



Figure 20 :Prototype pour notre carte de visite

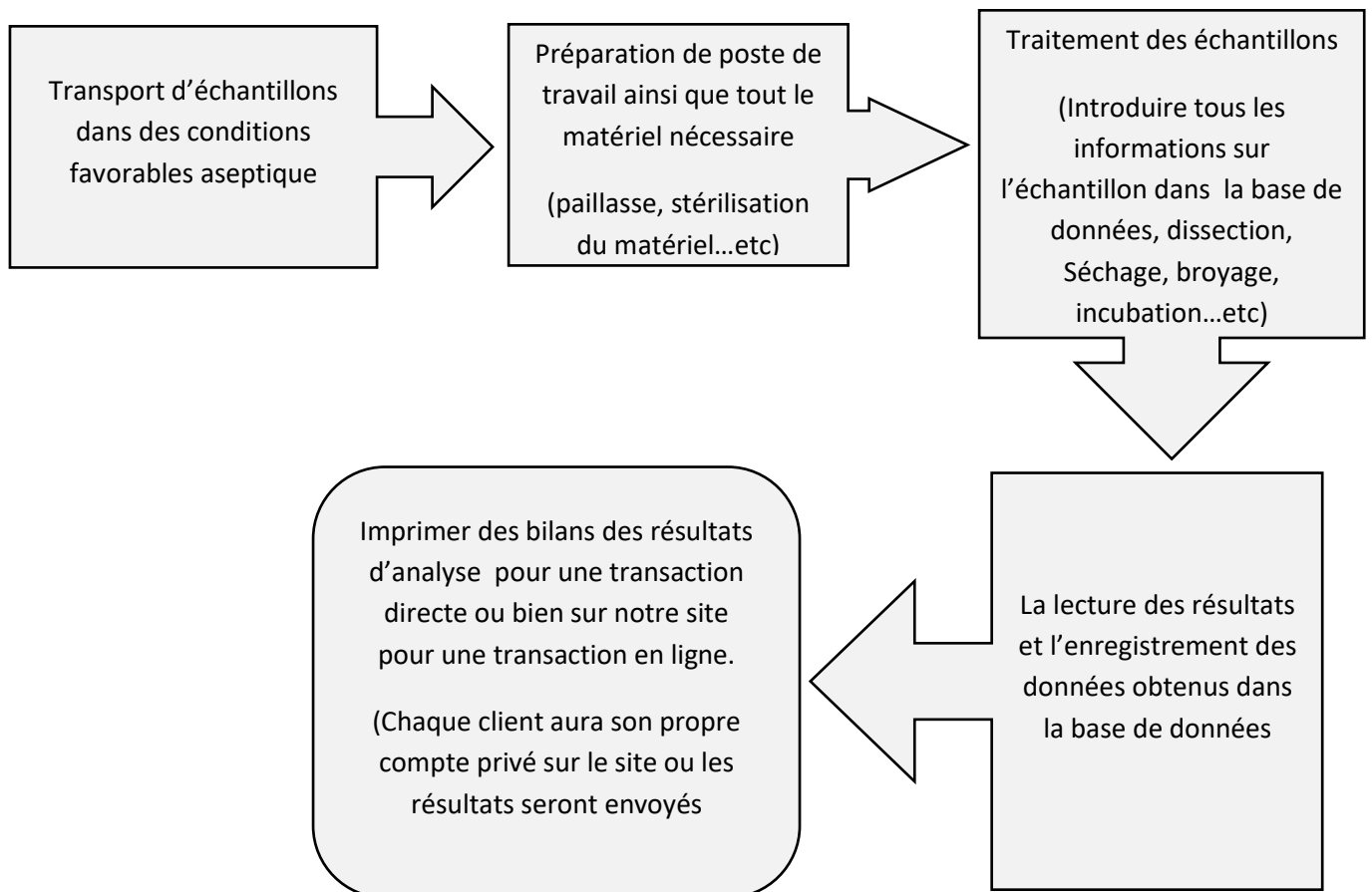
➤ VI. Canaux de distribution

- **Site web et plateforme en ligne** : Un site web professionnel et convivial qui présente nos services, nos certifications et notre expertise dans le contrôle de qualité des produits de la mer. Notre site web offre des informations claires sur les avantages de nos services et propose des formulaires de contact pour les demandes de renseignements. Une plateforme en ligne où les clients peuvent soumettre leurs échantillons et accéder aux résultats des tests en ligne avec un abonnement gratuit ou payant pour plus d'avantages.
- **Salons professionnels et conférences** : Des salons professionnels, des conférences ou des foires commerciales liées à l'industrie de la transformation des produits de la mer ou nous allons disposer de supports marketing attrayants, tels que des dépliants, des échantillons de rapports de contrôle qualité, pour promouvoir nos services. Ces événements offrent une excellente occasion de rencontrer des entreprises potentielles, de présenter nos services et d'établir des contacts dans le secteur.

- **Plateformes de commerce électronique spécialisées** : Par l'association à des plateformes de commerce électronique spécialisées dans la vente de produits de la mer et d'aquaculture. Ces plateformes peuvent intégrer notre service de contrôle qualité dans leurs offres, offrant ainsi aux acheteurs en ligne la possibilité de tester la qualité des produits avant l'achat. Cela nous permet de toucher un large public de consommateurs, ainsi que des entreprises qui vendent leurs produits en ligne : Kompass, linkedin, annumed, vitamindz.
- **Partenariats avec les fournisseurs d'ingrédients** : Identifiez des fournisseurs d'ingrédients clés dans l'industrie de la transformation des produits de la mer, tels que des fournisseurs de fruits de mer, de produits chimiques ou d'emballages et établir des partenariats avec ces eux pour intégrer notre service de contrôle qualité dans leur offre. Ainsi, lorsqu'ils fournissent des ingrédients à leurs clients, ils peuvent également proposer nos services de contrôle qualité pour garantir la qualité des produits finaux.

➤ VII. Processus de production

Il suit les étapes suivantes :



➤ **VIII. Etude financière**

Pour réaliser l'étude financière, on a calculé les sommes du matériel, matières premières, amortissements, les salaires des employés, le loyer, et d'autre couts comme l'eau, l'électricité, le transport, la rénovation du local et l'assurance.

Tous les prix sont issus des sites des fournisseurs en ligne :

Matériel	Prix
Paillasse (plan de travail)	25 000,00 DA
Balance analytique	280 000,00DA
Bain marie	60 000,00DA
Etuve bactériologique-incubateur	80 000,00 DA
2 Microscope binoculaire	180 000,00 DA
Autoclave	220 000,00 DA
Conductimètre de paillasse	56 499 DA
Plaque chauffante	60 000,00 DA
Hottes microbiologique	155 000,00 DA
Four à moufle	200 000,00 DA
3 Pissette glassco	3 789,00 DA
2 Pilon et mortier	4 642,00 DA
Agitateur	20 000,00 DA
3 Micropipettes	61 218,00 DA
Spectrophotomètre	1 559 590,00 DA
6 becs bunsen	5 400,00 DA
pH mètre	18 494,00 DA
Matériel bureautique	467 000,00 DA
Polarimètre	143 805,00 DA
2 Climatiseurs	354 000,00 DA
Rampe de filtration	599 900,00 DA
Total	5 914 337,00 DA

1. Les fournisseurs

Dans la wilaya d'Alger, 81 vendeurs de matériel de laboratoire sont présents, ce qui nous offre la possibilité de bénéficier de plusieurs fournisseurs dont les activités disponibles sont présentées dans la liste ci-dessous.

Liste des activités

- L'industrie chimique Wilaya Alger (17)
- L'industrie chimique par usage Wilaya Alger (41)
- Installations et cuves pour l'industrie chimique Wilaya Alger (3)
- Matériel auxiliaire pour l'industrie chimique Wilaya Alger (8)
- Matériel d'électrochimie et d'électrolyse Wilaya Alger (2)
- Matériel d'évaporation et de concentration pour l'industrie chimique Wilaya Alger (1)
- Matériel de broyage, concassage et pulvérisation pour l'industrie chimique Wilaya Alger (8)
- Matériel de centrifugation pour l'industrie chimique Wilaya Alger (2)
- Matériel de mélange pour l'industrie chimique Wilaya Alger (15)
- Matériel de production d'alcools industriels et de moûts Wilaya Alger (1)
- Matériel de production de gaz techniques Wilaya Alger (3)
- Matériel de production de peintures, vernis, émaux et encres Wilaya Alger (10)
- Matériel de production de produits chimiques inorganiques Wilaya Alger (4)
- Matériel de production de produits chimiques organiques Wilaya Alger (3)
- Matériel de production et de traitement chimiques Wilaya Alger (1)
- Matériel de production pour les industries pharmaceutique et cosmétique Wilaya Alger (26)
- Matériel de séchage pour l'industrie chimique Wilaya Alger (4)
- Matériel de tamisage pour l'industrie chimique Wilaya Alger (1)
- Matériel général pour laboratoires Wilaya Alger (81)
- Matériel pour laboratoires de microbiologie Wilaya Alger (40)
- Matériel pour laboratoires pharmaceutiques et cosmétiques Wilaya Alger (29)
- Matériel pour laboratoires spécialisés Wilaya Alger (65)
- Refroidisseurs pour l'industrie chimique Wilaya Alger (1)
- Séparateurs pour l'industrie chimique Wilaya Alger (3)

(Source : <http://www.kompassalgerie.com/>)

Cette situation nous permet de négocier avec eux en ce qui concerne les prix.

2. Financement

On a choisi l'ANADE pour financer notre projet. L'ANADE est une institution publique à caractère spécifique. Actuellement est sous la tutelle des Services du Ministre délégué auprès du premier ministre chargé de la microentreprise. Elle met en œuvre une approche économique basée sur la création d'activité suivant les besoins des territoires.

Elle est chargée de l'accompagnement des jeunes porteurs d'idées et de projet à la création et à l'extension d'activité. Sa mission principale est de mettre en œuvre toute mesure de nature à permettre la mobilisation et l'utilisation, dans les délais impartis, de ressources extérieures destinées au financement de la création d'activités en faveur des jeunes, conformément à la législation et à la réglementation en vigueur.

Elle offre aux jeunes étudiants :

- Un accompagnement de jeunes à la création et l'extension d'activité
- Une formation à l'entrepreneuriat (recherche de l'idée, création et gestion d'entreprise...)
- L'octroi des aides financière et avantages fiscaux
- Le suivi des projets créés.

Ainsi que les avantages suivants :

- **Taux d'intérêt préférentiels** : Les crédits de l'ANADE peuvent proposer des taux d'intérêt plus bas que ceux offerts par les institutions financières traditionnelles, ce qui peut réduire le coût global du financement pour les emprunteurs.
- **Conditions de remboursement flexibles** : L'ANADE peut proposer des modalités de remboursement adaptées à la situation financière de l'emprunteur, ce qui peut faciliter le remboursement et minimiser les contraintes financières.
- **Accompagnement et conseil** : En plus du financement, l'ANADE peut offrir un accompagnement et des conseils aux entrepreneurs, notamment en matière de gestion de projet, de planification financière et de développement d'entreprise.

- **Accès au financement pour les jeunes entrepreneurs** : L'ANADE peut cibler les jeunes entrepreneurs et les aider à accéder au financement, ce qui peut être difficile pour ceux qui n'ont pas encore établi de solides antécédents financiers.
- **Stimulation de l'entrepreneuriat** : En fournissant des crédits aux entrepreneurs, l'ANADE contribue à stimuler l'activité entrepreneuriale et à favoriser le développement économique local.
- **Possibilité de lancer ou d'expansionner des projets** : Les crédits de l'ANADE peuvent permettre aux entrepreneurs de concrétiser leurs idées de projets ou d'élargir leurs entreprises existantes, ce qui peut créer des opportunités d'emploi et de croissance économique.
- **Réduction de la dépendance envers les financements traditionnels** : Les crédits de l'ANADE offrent une alternative aux prêts bancaires traditionnels, ce qui peut être particulièrement avantageux pour les entrepreneurs qui rencontrent des difficultés à obtenir un financement auprès des banques.
- **Promotion de l'innovation** : Les crédits de l'ANADE peuvent encourager l'innovation en permettant aux entrepreneurs de concrétiser des idées novatrices et de développer de nouveaux produits ou services.

Pour le montage financier des projets, nous allons opter pour le titre du financement triangulaire :

	Apport personnel	Prêt non rémunéré ANADE	Crédit bancaire
Jeune chômeurs et étudiants	5%	25%	70%

Modalité de remboursement des crédits, au titre du financement triangulaire :

- 18 mois de différé.
- 5 ans pour le crédit bancaire.
- 5 pour le prêt non rémunéré de l'ANADE.

Alors qu'au titre du financement Mixte 5 ans pour le prêt non rémunéré.

3. La main-d'œuvre

Notre projet crée environ 5-6 emplois directs et nécessite des spécialisations minutieuses pour les ingénieurs et les techniciens (Biologie et chimie, secrétariat).

IX. Partenariats clés

- **Autorités réglementaires** : Collaborer avec les autorités sanitaires et les organismes de réglementation pour se tenir informé des exigences et des normes en vigueur, ainsi que pour garantir la conformité réglementaire.
- **Fournisseurs d'équipements de laboratoire** : Établissez des partenariats avec des fournisseurs d'équipements de laboratoire spécialisés dans l'analyse des produits de la mer. Ces partenariats nous permettront d'accéder à des équipements de pointe et de garantir des analyses précises et fiables. En retour, nous pouvons recommander leurs équipements à nos clients ou collaborer pour développer de nouvelles solutions technologiques adaptées à l'industrie. (SARL ELEKOM Médical Alger)
- **Entreprises de traçabilité des produits de la mer** : Les startups qui se concentrent sur la traçabilité et la transparence des produits de la mer peuvent bénéficier d'un partenariat avec un laboratoire de contrôle qualité. Nous pouvons collaborer pour valider les informations de traçabilité et fournir des tests et des analyses pour vérifier l'authenticité des produits.
- **Associations professionnelles de l'industrie** : avec des associations professionnelles dans le domaine de la transformation des produits de la mer et de l'aquaculture. Ces associations sont généralement composées d'entreprises, d'experts et de représentants de l'industrie. En établissant des partenariats, nous pouvons accéder à un réseau étendu d'entreprises potentielles, participer à des événements sectoriels, partager nos connaissances et contribuer aux initiatives de développement de l'industrie.

Exemple : L'Association Nationale des Exportateurs de Produits de la Mer (ANEXMAR) : Cette association regroupe les exportateurs de produits de la mer en Algérie. Elle vise à développer les échanges commerciaux internationaux, à renforcer la compétitivité des exportateurs et à défendre leurs intérêts.

- **Instituts de recherche et universités** : Établir des partenariats avec des instituts de recherche et des universités spécialisés dans l'aquaculture et les produits de la mer. Ces partenariats peuvent inclure des collaborations de recherche, des projets de développement conjoints, des échanges d'expertise et de connaissances. Nous pouvons également bénéficier des ressources et de l'expertise de ces institutions pour améliorer continuellement nos méthodologies de contrôle qualité et rester à la pointe des avancées scientifiques (ENSSMAL, CNRDPA, CRNA,..)
- **Organismes gouvernementaux et organismes de réglementation** : Collaboration avec les organismes gouvernementaux et les organismes de réglementation qui supervisent l'industrie de la transformation des produits de la mer. Ces partenariats nous permettent de nous tenir informé des réglementations en vigueur, d'obtenir des conseils sur les meilleures pratiques et de contribuer aux discussions sur les normes de qualité et de sécurité. Les organismes gouvernementaux peuvent également nous recommander aux entreprises soumises à des réglementations strictes (Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Chambre de Pêche et d'Aquaculture de la Wilaya d'Alger (Zeralda) : établissement public à caractère industriel et commercial, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Office National de Développement et de Production Aquacole (ONDPA), I.N.S.P.A : Institut National Supérieur de Pêche et d'Aquaculture
- **Entreprises de transformation des produits de la mer** : Établir des partenariats avec des entreprises de transformation des produits de la mer, qu'il s'agisse de petites entreprises locales ou de grandes sociétés nationales. Ces partenariats nous permettent de comprendre leurs besoins spécifiques en matière de contrôle qualité, d'adapter nos services en conséquence et d'établir des relations solides basées sur la confiance. Collaborer avec ces entreprises pour développer de nouvelles méthodologies de contrôle qualité adaptées à leurs produits et à leurs processus de production.

X. Ressources clés :

- **Expertise technique** : Pour assurer un control rigoureux nous quatre spécialistes du contrôle de qualité possédant une connaissance approfondie des poissons et des produits marins, ainsi que des normes de sécurité alimentaire.

- **Ressource financière** : pour les coûts de projet et les fonds de roulement.
- **Réseaux de partenaires** : Établir des partenariats avec des laboratoires d'analyse, des institutions de recherche et d'autres acteurs de l'industrie pour renforcer les capacités et élargir l'expertise.
- **Équipements de laboratoire** : Les équipements de laboratoire sont essentiels pour mener des analyses et des tests de contrôle qualité précis. Cela peut inclure des instruments de mesure tels que des spectromètres, des chromatographes, des équipements de microbiologie, des systèmes d'analyse sensorielle, des dispositifs de détection des contaminants, entre autres. Ces équipements vous permettent d'obtenir des données fiables et de garantir la qualité des produits de la mer et de l'aquaculture que vous testez.
- **Personnel qualifié** : Le capital humain est une ressource clé pour votre startup de laboratoire. Vous avez besoin d'une équipe de professionnels qualifiés, tels que des scientifiques, des techniciens de laboratoire et des experts en contrôle qualité des produits de la mer. Ces personnes doivent avoir une connaissance approfondie des méthodologies d'analyse, des réglementations en vigueur, ainsi que des spécificités de l'industrie de la transformation des produits de la mer. Leur expertise et leur expérience contribuent à la qualité des résultats de vos tests et à la satisfaction de vos clients.
- **Accès à des échantillons de produits de la mer** : Pour mener des tests de contrôle qualité, vous avez besoin d'échantillons représentatifs des produits de la mer que vous allez analyser. Établir des partenariats avec des fournisseurs de produits de la mer, des entreprises de transformation, des exploitations aquacoles ou même des pêcheurs peut vous aider à obtenir ces échantillons. Avoir un accès régulier à des échantillons de qualité vous permet de mener des tests, de développer des méthodologies et d'assurer la fiabilité de vos résultats.
- **Certifications et accréditations** : Les certifications et les accréditations sont des ressources clés pour établir la crédibilité et la confiance auprès de vos clients. Par exemple, l'accréditation ISO/IEC 17025 pour les laboratoires de contrôle qualité est largement reconnue dans l'industrie. Ces certifications attestent de la conformité de vos méthodes, de la compétence de votre personnel, de la fiabilité de vos résultats et de votre engagement envers la qualité et la précision.

XI. Sources de revenus :

- **Frais de service** : Facturer des frais pour les services de contrôle de qualité, basés sur le volume, la complexité des tests et les exigences spécifiques du client.
- **Formations/ stages** : proposer des programme ciblé qui permettra aux stagiaires d'intégrer les laboratoires d'analyses physico-chimiques et microbiologiques des produits de la mer et de l'aquaculture
- **Contrats à long terme** : Proposer des contrats à long terme avec les clients, offrant des services réguliers de contrôle de qualité sur une période déterminée.

XII. Les coûts et les charges

coût du projet (DZ)		
25 000,00	Paillasse (plan de travail)	équipements
280 000,00	Balance analytique	
60 000,00	Bain marie	
80 000,00	Etuve bactériologique- incubateur	
180 000,00	2 Microscope binoculaire	
220 000,00	Autoclave	
56 499,00	Conductimètre de paillasse	
60 000,00	Plaque chauffante	
155 000,00	Hottes microbiologique	
200 000,00	Four à haute température	
3 789,00	3 Pissette glassco	
4 642,00	2 Pilon et mortier	
20 000,00	Agitateur	
61 218,00	3 Micropipettes	
1 559 590,00	spectrophotomètre	
5 400,00	6 becs bunsen	
18 494,00	pH metre	
467 000,00	Matériel bureutique	
143 805,00	Polarimètre	
400 000,00	meubles	
354 000,00	2 Climatiseurs	
599 900,00	Rampe de filtration	
960 000,00	Loyer	Besoins en fonds de roulement
2 040 000,00	Rémunération	
564 266,00	Matières premières	
144 000,00	Électricité	
30 000,00	Publications (annonces)	
9 652 603,00 DA		Total

XIII. Sources de revenus

Frais de service : Facturer des frais pour les services de contrôle de qualité, basés sur le volume, la complexité des tests et les exigences spécifiques du client.

Formations/ stages : proposer des programme ciblé qui permettra aux stagiaires d'intégrer les laboratoires d'analyses physico-chimiques et microbiologiques des produits de la mer et de l'aquaculture.

Contrats à long terme : Proposer des contrats à long terme avec les clients, offrant des services réguliers de contrôle de qualité sur une période déterminée.

XIV. Chiffre d'affaires

Pour le tableau de chiffre d'affaire et de charge, le prix de vente est : le prix de l'analyse microbiologique + Prix d'analyse chimique (4000 da) avec un nombre d'analyse qui commence par 4 analyses/ jour et qui augmente par 2 analyses après chaque trimestre pour atteindre 10 analyses/jour à la fin de la première année.

mois	chiffre d'affaires	charge	résultat
Janvier	336 000,00	278 930,76	393 069,24
Février	336 000,00	278 930,76	393 069,24
Mars	336 000,00	278 930,76	393 069,24
Avril	504 000,00	348 663,44	491 336,56
Mai	504 000,00	348 663,44	491 336,56
Juin	504 000,00	348 663,44	491 336,56
Juillet	672 000,00	522 995,17	737 004,83
Aout	672 000,00	522 995,17	737 004,83
Septembre	672 000,00	522 995,17	737 004,83
Octobre	840 000,00	522 995,17	737 004,83
Novembre	840 000,00	522 995,17	737 004,83
Décembre	840 000,00	522 995,17	737 004,83
total	7 056 000,00 da	5 020 753,60 da	2 035 246,40 da

Projet pour la certification d'une startup au titre de la décision ministérielle 1275

	le solde	Revenu mensuel total en espèces	Total des paiements mensuels en espèces	liquidités
Janvier	3 738 266,00	336 000,00	686 366,48	3 387 899,52
Février	3 387 899,52	3 723 899,52	388 087,27	3 335 812,25
Mars	3 335 812,25	3 671 812,25	388 087,27	3 283 724,98
Avril	3 283 724,98	3 787 724,98	388 643,15	3 399 081,83
Mai	3 399 081,83	3 903 081,83	400 318,64	3 502 763,18
Juin	3 502 763,18	4 006 763,18	400 318,64	3 606 444,54
Juillet	3 606 444,54	4 278 444,54	425 558,76	3 852 885,78
Aout	3 852 885,78	4 524 885,78	425 558,76	4 099 327,03
Septembre	4 099 327,03	4 771 327,03	411 584,08	4 359 742,95
Octobre	4 359 742,95	5 199 742,95	372 076,85	4 827 666,10
Novembre	4 827 666,10	5 667 666,10	372 076,85	5 295 589,25
Décembre	5 295 589,25	6 135 589,25	372 076,85	5 763 512,40
total		50 006 937,41 da	4 658 676,75 da	45 348 260,66 da

La table BMC

<p>Partenariats clés :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fournisseurs (Local/ import-export). -Organismes gouvernementaux et régulateurs. -Instituts de recherche et universités. -Fournisseurs d'équipements et de consommables de laboratoire. -Associations professionnelles de l'industrie. -Organismes gouvernementaux et 	<p>Activités clés:</p> <p>-Réalisation des analyses physico-chimiques est microbiologique des produits de l'aquaculture</p> <hr/> <p>ressources clés</p> <p>-Local.</p>	<p>Valeur proposée:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contrôle de qualité rigoureux -Expertise technique spécialisée dans les produits marins. -optimiser la gestion du temps -Détection précoce des contaminants -Flexibilité et adaptabilité -Accroître le déploiement de laboratoires spécialisés dans le domaine des produits de la mer afin de 	<p>relations clients:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Interaction et communication proactive. -Partenariats à long terme (Contrats, convention. carte fidélité, cadeau fin d'année..) -Collecte des commentaires. -Suivi régulier. -Assurer la mise à jour régulière du client concernant les dernières avancées techniques et les services proposés par notre laboratoire 	<p>Segment de clients:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Entreprises de transformation des produits de la mer. -Pisciculteurs et éleveurs aquacoles -Les établissements de recherche et universités. -Marchés en ligne et plateformes de livraison de produits de la mer. -Secteur de la restauration.
---	---	--	--	--

Projet pour la certification d'une startup au titre de la décision ministérielle 1275

<p>organismes de réglementation.</p> <p>-Entreprises de transformation des produits de la mer.</p> <p>-sponsors</p>	<p>-Équipements de laboratoire.</p> <p>-Personnel qualifié.</p> <p>-Accès à des échantillons de produits de la mer.</p> <p>-Certifications et accréditations.</p> <p>-Base de données et systèmes d'information</p>	<p>favoriser l'essor de l'économie circulaire et de renforcer la préservation des écosystèmes marins.</p> <p>-Rapports détaillés et conseils pour l'amélioration de la qualité et la prise de décision éclairée</p>	<p>Canaux de distributions</p> <p>-Site web et plateforme en ligne</p> <p>-Salons professionnels et conférences.</p> <p>-Partenariats avec les fournisseurs d'ingrédients.</p>	
<p>Les coûts</p> <p>➤ coût fixe:</p> <p>Ressources humaines</p> <p>Équipements et technologie (Amortissement et abonnements)</p> <p>Autres (électricité/gaz/eau/assurance/ Impôts....etc)</p> <p>➤ coût de projet:</p> <p>matériel et fonds de roulement (9 652 603,00 DA)</p>		<p>Source de revenus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frais de service • Formations/ stages • Contrats à long terme <p>Chiffre d'affaire : 7 056 000,00 da</p>		

XV. Conclusion

En conclusion, notre startup de laboratoire de contrôle de qualité des produits de la mer et de l'aquaculture est déterminée à apporter des solutions innovantes pour garantir la sécurité et la qualité des produits de la mer. Grâce à notre approche holistique, notre expertise technologique et notre engagement envers la durabilité, nous sommes convaincus de pouvoir répondre aux attentes croissantes des consommateurs et de contribuer à la construction d'une industrie de la pêche et de l'aquaculture plus responsable.

Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer, d'une part la qualité microbiologique des trois espèces de poissons comestibles (*Sparus aurata*, *Mullus barbatus* et *Pagellus erythrinus*) par rapport à la norme algérienne (JORADP n°39, 2017), et d'autre part l'évaluation leurs niveau de contamination par quatre éléments traces métalliques (ETM) à savoir l'arsenic (As), le mercure (Hg), le plomb (Pb) et le cadmium (Cd) ainsi que l'estimation du risque sur la santé de l'homme. L'analyse a été effectuée par la Spectroscopie d'Absorption Atomique (SAA) pour le mercure et par la Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-ms) pour les autres. Les échantillons proviennent de la baie d'Alger collectés au niveau des poissonneries du janvier jusqu'à mars 2023.

La qualité microbiologique est satisfaisante pour les trois espèces. Des concentrations élevées de mercure et d'arsenic ont été noté chez le rouget de vase et le pageot commun, ce qui pourrait engendrer un risque sur la santé de l'homme. Une absence de tout risque est observée chez la daurade royale.

Mots clés : éléments traces métalliques, qualité microbiologique, spectroscopie d'absorption atomique, Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif, rouget de vase, risque sur la santé humaine, pageot commun, daurade royale, baie d'Alger, contamination

Summary

The aim of this study is to evaluate the microbiological quality of three edible fish species (*Sparus aurata*, *Mullus barbatus* and *Pagellus erythrinus*) in conformance with the Algerian norm, as well as assessing the level of contamination with four trace metal elements (ETM): (arsenic (As), mercury (Hg), lead (Pb) and cadmium (Cd)), and lastly to estimate the potential risks on human health.

The assessment of the metals was performed by Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) for mercury and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-ms) for arsenic, lead and cadmium. The samples analyzed came from the Bay of Algiers collected at the fishmongers from January to March 2023.

The microbiological quality analysis shows satisfactory results for the flesh of the three species. High concentrations of mercury and arsenic have been observed in the red mullet and the common pageot, which could pose a risk to human health. An absence of any risk is recorded in the gilthead sea bream.

Keywords: trace metal elements, microbiological quality, Atomic Absorption Spectroscopy, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, red mullet, risks on human health, common Pandora, gilthead seabream, Bay of Algiers.

المخلص

يهدف من هذا العمل، أولاً إلى تقييم الجودة الميكروبيولوجية لثلاثة أنواع من الأسماك الصالحة للأكل: سمك الدنيس البحري، سمك الرومي الأحمر والبانديورا الشائعة وفقاً للمعايير الجزائرية، وثانياً إلى تقييم مستوى تلوث هذه الأسماك بأربعة عناصر معدنية ضئيلة (ETM) ، ألا وهي الزرنيخ (As)، الزئبق، (Hg) الرصاص (Pb) والكاديوم (Cd)، وكذلك تقدير خطرها على صحة الإنسان.

تم تحديد المعادن بواسطة طيفية امتصاص الذرات (AAS) للزئبق وتحليل الكتلة بالبلازما المشتركة بالتنسيق الكهرومغناطيسي (ICP-ms) للزرنيخ والرصاص والكاديوم، على عينات من خليج الجزائر تم جمعها من خلال تجار الأسماك من يناير إلى مارس 2023.

تشير النتائج إلى أن الجودة الميكروبيولوجية مرضية للأنواع الثلاثة. نتاج تحديد المعادن التي تم الحصول عليها تركيزات عالية من الزئبق والزرنيخ في سمك الرومي الأحمر والبانديورا الشائعة، مما قد يشكل خطراً على صحة الإنسان. ولوحظ عدم وجود أي خطر في الدنيس البحري.

الكلمات الرئيسية

عناصر معدنية ضئيلة، الجودة الميكروبيولوجية، طيفية امتصاص الذرات، تحليل الكتلة بالبلازما المشتركة بالتنسيق الكهرومغناطيسي، سمك الرومي الأحمر، الباجوت الشائع، الدنيس البحري، الخطر على صحة الإنسان، خليج الجزائر.