

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Kachou Adil Ibrahim et Kaddouri Billal**

Pour l'obtention du diplôme de

### **MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Ressources halieutiques et exploitation durable**

THÈME

**Evaluation de la qualité sanitaire du Tilapia  
rouge " *Oreochromis sp*" issue de  
l'aquaculture**

Soutenu le 06/07/2022

DEVANT LE JURY

<b>Président</b>	M <sup>me</sup> AIT MOHAMED AMEUR Lilia	<b>MCB</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Encadreur</b>	M <sup>me</sup> BENMESSAOUD Nadjat	<b>MAA</b>	<b>U. Mostaganem</b>
<b>Examineur</b>	M <sup>r</sup> BEKADA Djamel Eddine	<b>MCA</b>	<b>U. Mostaganem</b>

*Année universitaire 2021/2022*

## Préambule

Au début de ce travail, notre thématique de recherche était sur l'évaluation de la qualité sanitaire du loup de mer (Bar commun) (*Dicentrarchus labrax*) (Linnaeus, 1758), mais par défaut d'échantillonnage et la non disponibilité de cette espèce, notre étude a été réorientée vers l'évaluation de la qualité sanitaire du Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*), en changeant uniquement l'espèce tout en gardant le but principal. Ainsi le nouveau thème s'intitule comme suit :

**Thème** : Evaluation de la qualité sanitaire du Tilapia rouge " *Oreochromis sp*" issue de l'aquaculture

# Remerciements

*Avant toute chose, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience.*

Tout d'abord, nous voudrions exprimer notre sincère gratitude à notre Encadreur, Mme **BENMESSAOU** **Nadjjet**, enseignant chercheur au département des Sciences de la Mer et l'Aquaculture (FSNV/UMAB), de nous avoir encadrer, nous la remercions pour son soutien, enseignements et sa confiance.

On tient, aussi, à remercier, Mme **AIT MOHAMED AMEUR Lilia** Maitre de conférences et enseignant chercheur au département des Sciences de la Mer et l'Aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir accepté de présider le jury ;

Un grand merci à Mr **BEKADA Djamel-Eddine**, Maitre de conférences et enseignant chercheur au département des Sciences de la mer et l'Aquaculture (FSNV/UMAB), d'avoir aimablement accepté d'examiner et d'apporter ses remarques à ce modeste travail.

Nous souhaitant adresser également nos remerciements les plus sincères au responsable des laboratoires pédagogiques Mr **ABAIDI**, qui nous a permis de mener à bien le protocole expérimental, sans oublier les ingénieurs des Laboratoires de Microbiologie, notamment Mme **Hafida** et Mr **Djilalli** qui nous ont apporté leur aide au cours des expérimentations.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants du Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, qui ont fait de leur mieux pour nous guider au cours de ces dernières années. Nous ne serons pas là sans vous.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux, de près ou de loin ont participés et aidés à notre formation dans cette filière.

## *Dédicaces*

*Nous dédions ce mémoire de fin d'étude*

*A nos **chers parents** qui ont toujours été une source d'inspiration, de confiance et de soutien pendant nos études.*

*À **nos frères** et à **nos sœurs** et à toute notre famille*

*À tous nos amis.*

*À tous ceux qui ont toujours cru en nous.*

## Résumé

Trois échantillons, composé chacun de cinq unités d'échantillonnage de poissons de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) ont été prélevés une fois par mois durant trois mois d'étude à partir de la ferme aquacole de la ville de Zemmora, wilaya de Relizane, et évalués pour leur qualité microbiologique. Les résultats ont révélé une abondance importante en Flore Mésophile Aérobie Totale qui est de l'ordre de  $0,7 \cdot 10^5$  à  $2,7 \cdot 10^5$  ufc/g mais qui répond aux normes en vigueur. Pour ce qui est flore de contamination fécale, l'abondance en Coliformes totaux était entre  $2,7 \cdot 10^3$  et  $27 \cdot 10^3$  ufc/g, celle des Coliformes fécaux entre  $0,3 \cdot 10^3$  et  $10^3$  ufc/g ce qui est supérieur aux critères de référence qui est de 10 ufc/g.

Cependant, il faut signaler l'absence totale d'*E.coli*, de Staphylocoque à coagulase + et de *salmonelles* dans tous les échantillons analysés. Globalement les poissons de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) ont une qualité microbiologique non satisfaisante.

**Mots-clés :** Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*), qualité microbiologique, ferme aquacole, FMAT, Coliformes, Staphylocoques, *E. coli*, Salmonelles.

## **Abstract**

Three samples, each composed of five sampling units of red Tilapia fish (*Oreochromis sp.*) were taken once a month for the three months of the study from the aquaculture farm in the town of Zemmora, wilaya of Relizane, and evaluated for their microbiological quality. The results revealed a significant abundance in Total Aerobic Mesophilic Flora (FMAT) which is of the order of  $0,7 \cdot 10^5$  to  $2,7 \cdot 10^5$  ufc/g but which meets the standards in force. Regarding fecal contamination flora, the abundance of total coliforms was between  $2,7 \cdot 10^3$  and  $27 \cdot 10^3$  ufc/g, that of fecal coliforms between  $0,3 \cdot 10^3$  and  $10^3$  ufc/g which is higher than the reference criteria which is 10 ufc/g.

However, it should be noted the total absence of *E. coli*, coagulase + *Staphylococcus* and *salmonella* in all the samples analyzed. Overall, red Tilapia fish (*Oreochromis sp.*) have an unsatisfactory microbiological quality.

**Keywords:** Red Tilapia (*Oreochromis sp.*), microbiological quality, aquaculture farm, FMAT, Coliforms, Staphylococci, *E. coli*, Salmonella

## ملخص

تم أخذ ثلاث عينات، تتكون كل منها من خمس وحدات من أسماك البلطي الأحمر (*Oreochromis sp.*) أخذت العينات مرة واحدة في الشهر على مدار ثلاثة أشهر من الدراسة من مزرعة الاستزراع المائي لبلدية زمورة بولاية غليزان، وتم تقييم جودتها الميكروبيولوجية. كشفت النتائج عن وفرة كبيرة في البكتيريا الهوائية المتوسطة تتراوح من  $0,7.10^5$  إلى  $2,7.10^5$  ufc/g ولكنها تتوافق مع المعايير المعمول بها. فيما يتعلق بالبكتيريا الملوثة بالبراز، كانت وفرة مجموع القولونيات ما بين  $2,7.10^3$  و  $27.10^3$  ufc/g، من القولونيات البرازية بين  $0,3.10^3$  و  $10^3$  ufc/g وهي أعلى من المعايير المرجعية وهي 10 . ufc/g

ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى الغياب التام للإشريكية القولونية، الكواغولاز + المكورات العنقودية و *السالمونيلا* في جميع العينات التي تم تحليلها. وعموماً، فإن جودة ميكروبيولوجية لأسماك البلطي الأحمر (*Oreochromis sp.*) غير مرضية.

**الكلمات المفتاحية:** البلطي الأحمر (*Oreochromis sp.*) ، الجودة الميكروبيولوجية، تربية الأحياء المائية، البكتيريا الهوائية المتوسطة، القولونيات، المكورات العنقودية، للإشريكية القولونية، *السالمونيلا*.

# Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Production halieutique et aquacole mondiale jusqu'en 2025.....	5
<b>Figure 2</b> : Production halieutique et aquacole mondiale .....	5
<b>Figure 3</b> : Production aquacole mondiale 1950-2020 .....	8
<b>Figure 4</b> : Production aquacole mondiale par groupe d'espèces et par continent .....	8
<b>Figure 5</b> : Cages pisciculture. ....	9
<b>Figure 6</b> : Bassins de la pisciculture de la Calonne.....	9
<b>Figure 7</b> : Principaux composants des muscles de poisson.....	15
<b>Figure 8</b> : Tilapia rouge .....	21
<b>Figure 9</b> : Caractéristiques morphologiques du Tilapia .....	22
<b>Figure 10</b> : Anatomie interne du Tilapia.....	22
<b>Figure 11</b> : Schéma représentant la reproduction de Tilapia.....	24
<b>Figure 12</b> : Tilapia rouge (Oreochromis sp.).....	25
<b>Figure 13</b> : Carte de la situation de la ferme (Zemmora, Wilaya de Relizane) .....	26
<b>Figure 14</b> : Pesage de poisson.....	27
<b>Figure 16</b> : Préparation de la solution mère et les dilutions décimales. ....	28
<b>Figure 15</b> : Solution mère .....	28
<b>Figure 17</b> : Recherche des bactéries aérobies mésophiles totales. ....	31
<b>Figure 18</b> : Tubes positifs de VBL.....	33
<b>Figure 19</b> : Recherche des E. Coli .....	34
<b>Figure 20</b> : Milieu d'enrichissement pour Staphylococcus aureus.....	35
<b>Figure 21</b> : Recherche des salmonelles. ....	38
<b>Figure 22</b> : Colonies des GAMT.....	41
<b>Figure 23</b> : Résultats du dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (Oreochromis sp). ....	41
<b>Figure 24</b> : Résultats du dénombrement des coliformes totaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (Oreochromis sp.) .....	42
<b>Figure 25</b> : Colonies des CT. ....	43
<b>Figure 26</b> : Colonies des CF .....	43
<b>Figure 27</b> : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (Oreochromis sp.) .....	44



# Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Pêches et aquaculture dans le monde : production et utilisation .....	6
<b>Tableau 2</b> : Historique de fermes aquacoles en Algérie.....	10
<b>Tableau 3</b> : les différents types d'élevages selon les espèces envisageables en Algérie .....	11
<b>Tableau 4</b> : liste des espèces existantes en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole.....	12
<b>Tableau 5</b> : Différentes valeurs de protéines dans différents poissons.....	13
<b>Tableau 6</b> : Flores bactériennes du poisson capturé dans des eaux propres non polluées.....	16
<b>Tableau 7</b> : Date et poids (g) des prélèvements .....	25
<b>Tableau 8</b> : Critères microbiologiques applicables aux Produits de la Pêche et de l'Aquaculture .....	39
<b>Tableau 9</b> : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de Tilapia rouge collectés et analysés .....	40

## Liste d'abréviations

<b>%</b>	Pour cent.
<b>ATP</b>	Adénosine Triphosphate.
<b>BLMT</b>	Lactosé Mannitolé Tamponné.
<b>CF</b>	Coliformes fécaux.
<b>Cm</b>	Centimètre.
<b>Cm<sup>2</sup></b>	Centimètre carré.
<b>CT</b>	Coliformes totaux.
<b>E.coli</b>	Escherichia coli.
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
<b>FMAT</b>	Flore mésophile aérobie totale.
<b>g</b>	Gramme.
<b>GC</b>	Giolitti Cantoni
<b>JORA</b>	Journal Officiel Algérie
<b>Kg</b>	Kilos gramme.
<b>Km</b>	Kilomètre.
<b>L</b>	Litre.
<b>mg</b>	Milligramme.
<b>ONDPA</b>	L'office national de développement et de production aquacole.
<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques.
<b>ONU</b>	Organisation des Nations unies.
<b>PCA</b>	Plate Count Agar.
<b>PH</b>	Potentiel hydrogène.
<b>PSU</b>	Practical Salinity Unit.
<b>SFB</b>	Bouillon Sélénite- cysteiné.
<b>TSE</b>	Tryptone sel eau.
<b>TSI</b>	Triple Sugar Iron.
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonie.
<b>VBL</b>	Bouillon Lactosé Bilié au Vert brillant.
<b>VRBL</b>	Milieu Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre.
<b>WHO</b>	World Health Organization.

**Résumé**

**Listes des figures**

**Listes des tableaux**

**Liste d'abréviations**

## **Table des matières**

**Introduction ..... 1**

### **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

**Partie1 : Aquaculture et microbiologie des poissons ..... 3**

**I. Introduction a l'aquaculture ..... 3**

I.1. DEFINITION DE L'AQUACULTURE ..... 3

I.2. OBJECTIFS DE L'AQUACULTURE..... 3

I.3. L'AQUACULTURE DANS LE MONDE ..... 4

I.4. IMPACT DE LA PANDEMIE DE COVID-19 SUR LES ACTIVITES MARINES ..... 7

I.5. PRODUCTION AQUACOLE..... 7

I.6. DEFINITION DE LA PISCICULTURE ..... 9

I.7. L'AQUACULTURE EN ALGERIE ..... 9

I.8. ACTIVITES HALIEUTIQUES ET AQUACOLEES EN ALGERIE ..... 11

**II. Importance des poissons pour la nutrition et la sante publique ..... 13**

II.1. LE POISSON EST RICHE EN PROTEINES ..... 13

II. 2. UNE SOURCE D'OMEGA3 ..... 14

II.3. L'IMPORTANCE DES VITAMINES ET DES MINERAUX PRESENTS DANS LE POISSON ..... 14

**III. Contamination microbiologique du poisson ..... 15**

III.1. LA MICROFLORE DES POISSONS ..... 15

III.2. ALTERATION DES POISSONS..... 17

III.2.1. Altération sensorielle..... 17

III.2.2. Altération biochimique..... 17

III.2.3. Altération microbienne..... 17

III.2.4. Contamination endogène ou primaire ..... 18

III.2.4.1. Germes typiquement aquatiques..... 18

III.2.4.2. Germes d'origine tellurique..... 18

III.2.4.3. Germes de contamination d'origine humaine ou animale.....	18
III.2.4.4. Contamination exogène ou secondaire .....	19
<b>Partie 2 : Biologie de l'espèce.....</b>	<b>19</b>
I.1. INTRODUCTION SUR LE TILAPIA .....	19
I.2. CULTURE DU TILAPIA EN ALGERIE .....	19
<b>II. Tilapia rouge .....</b>	<b>20</b>
II.1. CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES SPECIFIQUE DU TILAPIA .....	21
II.2. ANATOMIE DE L'ESPECE ETUDIEE OREOCHROMIS SP .....	22
II. 3. BIOLOGIE ET AQUACULTURE DU TILAPIA .....	23
II.4. SYSTEMATIQUE.....	23
II.5. REPRODUCTION DE TILAPIA ROUGE .....	24

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

<b>I. Objectif du travail .....</b>	<b>24</b>
I.1. MATERIEL .....	24
I.1.1. Le gros matériel.....	24
I.1.2. Poste de travail.....	25
I.2. METHODES. ....	25
I.2.1. Matériel biologique d'étude .....	25
I.2.2. Situation géographique de la zone d'étude.....	26
I.2.3. Méthodes d'analyses.....	27
II.2.3.1. Méthode de préparation de la solution mère .....	27
II.2.3.2. Dénombrement des germe aérobie mésophile totaux .....	29
II.2.3.3. Recherche et dénombrement les coliformes totaux et fécaux.....	31
II.2.3.4. Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> .....	32
II.2.3.5. Recherche et dénombrement de <i>staphylococcus aureus</i> a coagulase +.....	35
II.2.3.6. Recherche et dénombrement de <i>salmonella spp</i> .....	36

## Chapitre III Résultats et discussion

<b>I. Resultats .....</b>	<b>40</b>
I.1. RESULTATS DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUESD .....	40
I.1.1. Résultats de dénombrement de la flore mésophile aérobie totale.....	41

I.1.2. Résultats de dénombrement des coliformes totaux (ct) .....	42
I.1.3. Résultats de dénombrement des coliformes fécaux (cf) .....	43
I.1.4. Résultats de dénombrement des germes pathogènes .....	44
<b>II. Discussion .....</b>	<b>44</b>
<b>Conclusion generale et recommandations .....</b>	<b>47</b>
<b>References bibliographiques .....</b>	<b>50</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>54</b>

***Introduction  
générale***

Les Tilapias, fondement de l'aquaculture africaine, forment à partir de quelques espèces endémiques en Afrique, la base de la pisciculture d'eau douce de la ceinture intertropicale du globe selon Lazard en 1990. Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlidés. Cette expression est d'origine africaine du mot « Thiape » qui veut dire poisson. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans (Azaza et Kraïem, 2007).

Le Tilapia regroupe en fait soixante-dix espèces (Gilles Blanchets). Parmi les espèces de Tilapias introduites en Algérie on trouve le Tilapia rouge (*Oreochromis sp*). Etant donné les facteurs d'adaptabilité de ce poisson et la facilité qu'il présente, ainsi la demande croissante en produits aquacole et la distinction de l'Algérie parmi les pays Méditerranéens en faible production aquacole. Bien que le ratio alimentaire soit 5,4 Kg/Hab/an, cela reste bien en dessous de la moyenne mondiale qui a été estimé en 2012 à 19,2 Kg/Hab/an (FAO, 2014) ; l'Algérie opte pour le développement de l'élevage du Tilapia rouge afin d'encourager l'aquaculture algérienne et prévoir un développement durable. D'une part, pour exploiter et valoriser l'énorme ressource en eau douce et saumâtre et d'autre part pour la diversification des espèces d'élevage à haute valeur marchande (Dergal, 2015).

Denrée animale d'origine halieutique par excellence, le poisson occupe une place de choix dans l'alimentation des populations de par sa demande sans cesse croissante (FAO, 2002). Avec une valeur hautement nutritive, les poissons constituent un complément précieux dans les régimes alimentaires pauvres en protéines, vitamines et sels minéraux (FAO, 2006). Cependant, Ce sont des denrées alimentaires très périssables, avec une vitesse d'altération relativement élevée après la pêche (Gram *et al.*, 1987 ; Liston, 1992). En effet, entre 25-30 °C dans les pays tropicaux, les poissons s'altèrent en moins de 12 heures (FAO, 2006). Face à cet enjeu, les états s'attèlent à fournir aux populations, des produits de qualité ce qui cadre bien avec l'un des objectifs du millénaire pour le développement lié à la sécurité alimentaire des populations à travers la fourniture régulière et constante des aliments en quantité et en qualité satisfaisante (Sofi, 2005). S'il est clair que les produits de la pêche tiennent une place de choix dans l'alimentation des populations, peu a été dit sur le rôle de l'hygiène et du contrôle de la qualité microbiologique, chimique et physique (métaux lourds) des produits destinés à la consommation humaine.

Néanmoins, de toutes les denrées périssables, le poisson est sans doute l'une des plus fragiles. Dès qu'il se retrouve hors de son milieu, son altération commence (Dhaouis, 1994).

Le but de cette étude est l'évaluation la qualité microbiologique et hygiénique de tilapia rouge (*Oreochromis sp*) élevée dans une ferme aquacole située dans la ville de Zemmora, Wilaya de Relizane.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre décrit l'aquaculture en générale et l'espèce étudiée et quelques généralités sur les méthodes d'évaluation de la qualité du poisson et les causes de son altération.
- Le deuxième chapitre présente le matériel utilisé et décrit les protocoles expérimentaux adoptés pour évaluer la qualité hygiénique (microbiologique).
- Le troisième chapitre est consacré à l'interprétation des différents résultats obtenus.

Et on termine avec une conclusion, suivi des références bibliographiques et des annexes.



*Chapitre I*  
*Synthèse*  
*bibliographique*

---

Partie I : Aquaculture et microbiologie des poissons

---

## **I. Introduction à l'aquaculture**

### **I.1. Définition de l'aquaculture**

L'aquaculture est la science de l'élevage, de la reproduction et de l'amélioration des organismes aquatiques d'importance économique. Elle est définie comme « l'art de multiplier et d'élever les animaux et les plantes aquatiques » (Barnabe,1991).

L'aquaculture est la production de poissons, mollusques, crustacés et les algues, en systèmes intensifs ou extensifs. Elle fait référence à différents systèmes, cultiver des plantes et élever des animaux dans les zones intérieures, côtières et côtières Offshore, permettant l'utilisation et la production de diverses espèces végétales et animales.

### **I.2. Objectifs de l'aquaculture**

- L'aquaculture permet de compenser le faible taux de croissance des pêches de capture. Le repeuplement des eaux continentales et côtières par des organismes en provenance d'écloserie peut aider les pêcheries fondées sur l'aquaculture (Larkin, 1991).
- Le développement durable de l'aquaculture peut contribuer à la prévention et à la réduction de la pollution aquatique, car il se base essentiellement sur des ressources en eau de bonne qualité.
- L'élevage de mollusques et d'algues peut, dans certain cas, compenser les processus d'enrichissement en éléments nutritifs et organiques des eaux eutrophisées. Réciproquement, la production des eaux oligotrophes peut être améliorée par les éléments nutritifs et les déchets organiques en provenance des installations aquacoles.
- L'aquaculture peut contribuer à la réhabilitation des zones rurales grâce à la réutilisation des terres dégradées.
- Elle permet de répondre à la demande croissante de poisson comme source de protéines.
- Généralement, l'expansion de l'aquaculture a les effets socio-économiques bénéfiques suivants : approvisionnements en aliment qui contribuent à améliorer la nutrition et la santé ; création de revenus et d'emplois ; diversification de la production primaire ; enfin, chose toujours plus

importante pour les pays en développement, augmentation des recettes en devises grâce à l'exportation de produits à valeur élevée (Schmidt, 1982).

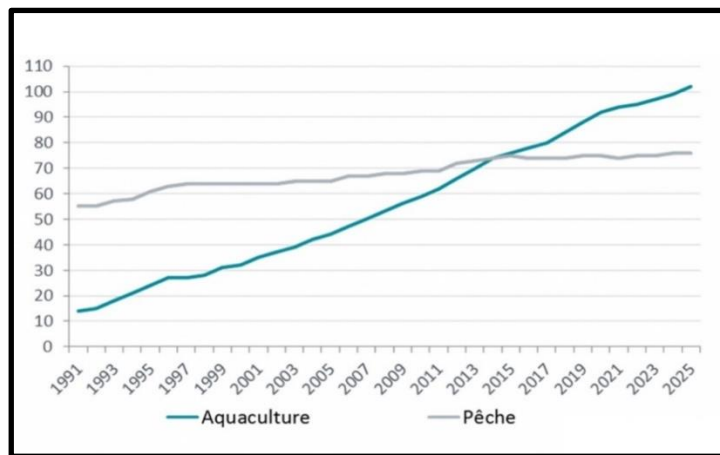
- Grâce à l'aquaculture, les consommateurs peuvent accéder régulièrement à de nombreuses espèces aquatiques et, en plus, le faire avec toutes les garanties dans le domaine de la sécurité alimentaire.
- Elle permet à la consommation de ces espèces d'être désaisonnalisée et appréciée tout au long de l'année.

### **I.3. L'aquaculture dans le monde**

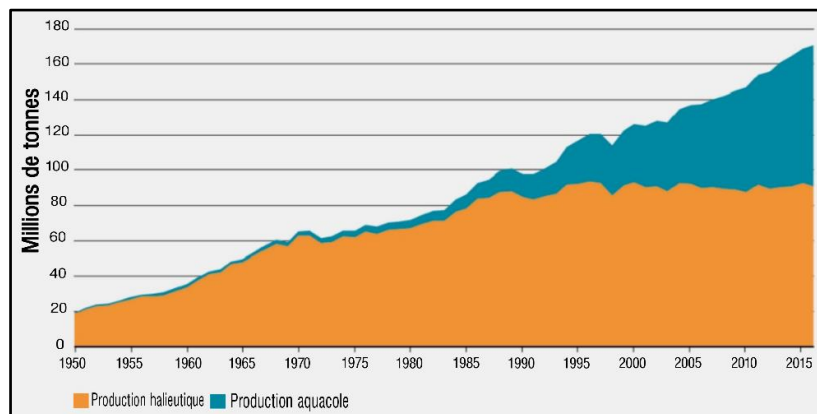
La demande alimentaire, et plus particulièrement, la demande de poisson, continue d'augmenter et on prévoit qu'en raison de l'expansion démographique et de l'évolution des habitudes alimentaires, les impératifs de production alimentaire vont doubler dans les trente ans à venir. L'aquaculture contribue à réduire la pauvreté en donnant du travail à des millions de personnes, aussi bien dans le secteur de l'aquaculture lui-même que dans les services de soutien. Elle est également une source de revenu et, alors que les prix de la plupart des denrées alimentaires chutent, le prix du poisson devrait augmenter, reflétant en cela le déséquilibre entre la demande et l'offre (FAO, 2002). Selon la FAO, l'aquaculture représentait 46 pour cent de l'approvisionnement total en poisson en 2008. Et c'est devenu le secteur de la production d'aliments pour animaux qui a connu la croissance la plus rapide, dépassant même la croissance démographique. Le secteur de l'aquaculture emploie environ un quart du nombre total de personnes travaillant dans les activités de pêche, soit près de 11 millions de personnes. En Chine, le nombre de personnes travaillant dans des exploitations piscicoles a augmenté de 189 % entre 1990 et 2008. Selon un rapport de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) sur l'état de la pêche et de l'aquaculture dans le monde en 2010, l'aquaculture en Afrique a fourni 1,8 pour cent de la production mondiale totale en 2008, contre 89 pour cent en Asie. En 2014, la production d'animaux aquatiques issus de l'aquaculture s'est établie à 73,8 millions de tonnes. La Chine a produit 45,5 millions de tonnes d'animaux aquatiques d'élevage en 2014, soit plus de 60 pour cent de la production aquacole mondiale. Parmi les autres grands producteurs figurent l'Inde, le Viet Nam, le Bangladesh et l'Égypte. En outre, 27,3 millions de tonnes de plantes aquatiques ont été cultivées. Au niveau régional, l'aquaculture représente 17 à 18 % de la production totale, poissons d'Afrique, d'Amérique et d'Europe et 12,8 % en Océanie.

En Asie (hors Chine), la part de l'aquaculture dans la production de poisson est passée de 19,3 % en 2000 à 40,6 % en 2016. En 2016, 37 pays élevaient davantage de poisson qu'ils n'en capturaient à l'état sauvage. Ils se situaient dans toutes les régions, à l'exception de l'Océanie, et comptaient à eux tous près de la moitié de la population mondiale. L'aquaculture présentait entre (30- 50 %) de la production nationale de poisson dans 22 autres pays en 2016 (FAO, 2018).

Dexter Bain, co-fondateur d'une société privée qui investit dans l'alimentation et l'agroalimentaire "Bain & Partners" déclare : "Les fruits de mer vont être la protéine gagnante. Quand vous pensez à la façon de nourrir le monde à l'avenir, vous pensez à une augmentation de 50 % de la population au cours des 40 prochaines années, et les fruits de mer sont le moyen logique de nourrir les gens si la demande de protéines animales augmente, ce qui, selon nous, se produira." (Dexter, 2012).



**Figure 1 :** Production halieutique et aquacole mondiale jusqu'en 2025



**Figure 2 :** Production halieutique et aquacole mondiale (FAO, 2018).

**Tableau 1** : Pêches et aquaculture dans le monde : production et utilisation (FAO, 2018).

Categories	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Production</b>						
Pêche						
Continentale	10,7	11,2	11,2	11,3	11,4	11,6
Marine	81,5	78,4	79,4	79,9	81,2	79,3
<b>Total – Pêche</b>	<b>92,2</b>	<b>89,5</b>	<b>90,6</b>	<b>91,2</b>	<b>92,7</b>	<b>90,9</b>
Aquaculture						
Continentale	38,6	42,0	44,8	46,9	48,6	51,4
Marine	23,2	24,4	25,4	26,8	27,5	28,7
<b>Total – aquaculture</b>	<b>61,8</b>	<b>66,4</b>	<b>70,2</b>	<b>73,7</b>	<b>76,1</b>	<b>80,0</b>
<b>Total – pêche et aquaculture au niveau mondial</b>	<b>154,0</b>	<b>156,0</b>	<b>160,7</b>	<b>164,9</b>	<b>168,7</b>	<b>170,9</b>
<b>Utilisation</b>						
Consommation humaine	130,0	136,4	140,1	144,8	148,4	151,2
Usages non alimentaires	24,0	19,6	20,6	20,0	20,3	19,7
Population ( <i>milliards de personnes</i> )	7,0	7,1	7,2	7,3	7,3	7,4
Consommation apparente par habitant ( <i>en kg</i> )	18,5	19,2	19,5	19,9	20,2	20,3

Les données relatives à l'utilisation pour 2014-2016 sont des estimations provisoires.  
Source des chiffres relatifs à la population : ONU, 2015 (FAO 2018).

L'aquaculture mondiale est un secteur dynamique en plein essor. Contrairement à la pêche qui stagne autour de 90 millions de tonnes par an, l'aquaculture connaît une croissance annuelle de près de 8,6 %, ce qui est bien supérieur à la croissance de la production animale terrestre (FAO, 2014). En 2011, la production mondiale de poissons de consommation issus de l'aquaculture a atteint 61,8 millions de tonnes, En parallèle la consommation humaine atteint à 130 millions de tonnes (FAO, 2018) (Tableau 1). Pour l'année 2016, la production mondiale de poissons de consommation issus de l'aquaculture a atteint 80 millions de tonnes, et la consommation

humaine à augmenter de 21,2 millions de tonnes par rapport à l'année 2011, où elle s'élevait à 151,2 millions de tonnes (FAO, 2018) parmi les 170,9 millions de tonnes produites au total entre les pêches de capture et l'aquaculture (Tableau 1).

#### **I.4. Impact de la pandémie de Covid-19 sur les activités marines**

Récemment, le monde a été témoin de la pandémie de Corona, qui a affecté négativement les relations sociales et économiques, qui a fait peur à la population mondiale de sortir et de faire ses courses par peur de la propagation du virus. L'organisation mondiale de la santé a imposé une alerte de confinement pour éviter une augmentation des cas de maladie.

en parallèle la consommation et les revenus du commerce du poisson pour 2020 ont diminué en raison des restrictions imposées. La production aquacole mondiale a également chuté d'environ 1,3%, la première baisse enregistrée par ce secteur depuis plusieurs années.

« La pandémie a provoqué des bouleversements généralisés dans la pêche et l'aquaculture, car la production a été perturbée, les chaînes d'approvisionnement ont été interrompues et les dépenses de consommation restreintes par divers confinements », a déclaré la Directrice générale adjointe de la FAO, Maria Helena Semedo.

« Les mesures de confinement ont provoqué des changements profonds, dont beaucoup sont susceptibles de persister à long terme » (FAO, 2020).

#### **I.5. Production aquacole**

En 2016, la production aquacole mondiale (y compris la culture de plantes aquatiques) s'élevait à 110,2 millions de tonnes. La production totale se décomposait comme suit : 80,0 millions de tonnes de poisson de consommation ; 30,1 millions de tonnes de plantes aquatiques et 37 900 tonnes de produits non alimentaires. La contribution de l'aquaculture à la production mondiale cumulée de la pêche de capture et de l'aquaculture n'a cessé d'augmenter : elle est passée de 25,7 pour cent en 2000 à 46,8 pour cent en 2016. L'essor de l'élevage d'espèces d'animaux aquatiques dont on fournit l'alimentation l'a emporté sur celui des espèces non nourries dans l'aquaculture mondiale. La part des espèces non nourries dans la production totale d'animaux

aquatiques a diminué progressivement de 10 points entre 2000 et 2016, pour atteindre 30,5 pour cent. (FAO, 2018).

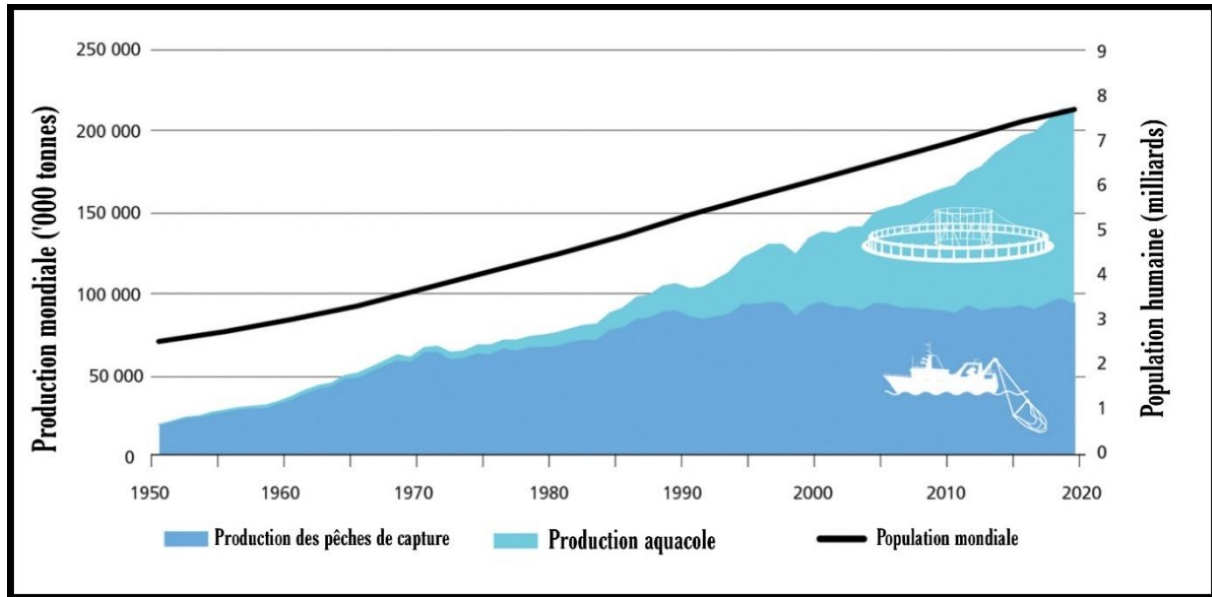


Figure 3 : Production aquacole mondiale 1950-2020 FAO et OCDE. (FAO, 2020).

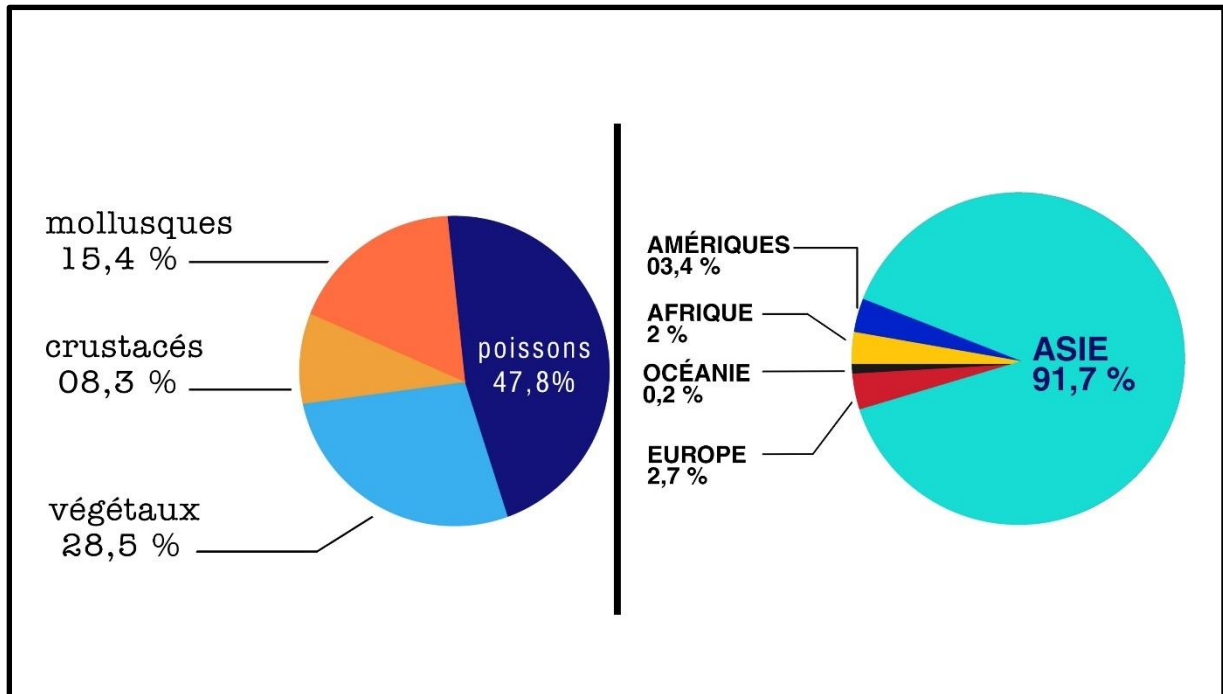


Figure 4 : Production aquacole mondiale par groupe d'espèces et par continent (FAO,2020/ données 2018).

## **I.6. Définition de la pisciculture**

La pisciculture est une des branches de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons dans des espaces entièrement ou partiellement clos (étangs, bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages, en aquariums etc.), afin de pouvoir protéger les animaux contre les différents prédateurs ainsi pour les contrôler (alimentation, traitement, capture...). La pisciculture est l'élevage du poisson pour la consommation ou pour la vente.

Il existe deux familles principales de pisciculture :

- La production en étang, avec un bassin en terre, dans lequel les poissons se nourrissent complètement ou partiellement à partir de la production biologique du milieu.
- La production intensive en bassin artificiel ou cages, dans lesquels les poissons sont exclusivement nourris avec de l'aliment apporté par le pisciculteur.

La majorité du poisson consommé dans le monde provient de l'élevage, et 90% du poisson d'élevage est produit en Asie. Les espèces les plus élevées sont les carpes, suivies du tilapia, des salmonidés et des siluriformes. (FAO, 2008 in Belayachi, 2013).



**Figure 6** : Bassins de la pisciculture de la Calonne.



**Figure 5** : Cages pisciculture.

## **I.7. L'aquaculture en Algérie**

L'aquaculture se développe, s'étend et s'intensifie dans presque toutes les régions du monde, excepté en Afrique subsaharienne (FAO, 2008). En fait les premiers essais d'aquaculture en Algérie remontent à plus d'un siècle. Selon le biologiste français "Novella" les premiers essais furent en 1880 au niveau de l'embouchure d'Arziew (FAO, 2004). Historiquement, le



développement de l'aquaculture en Algérie peut se résumer comme suit (Ministère de la pêche, 2005) :

**Tableau 2 :** Historique de fermes aquacoles en Algérie (Karali et Echikh, 2004).

Année	Station Aquacole
1921	Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bou-Ismaïl avec pour objectif : Détermination des meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture.
1937	Création de la station d'alevinage du Ghrib (empoissonnement en truites arc en ciel).
1940	Exploitation des lacs Oubeira et Mellah et Tonga avec culture de coquillage
1947	Création de la station mazafran, dans l'optique de peuplement en poisson d'eau douce et de recherche hydro biologique.
1962 à 1980	L'après indépendance, la quasi-totalité des actions ont été menacées sur les lacs de l'est et sur la station de Mazafran.
1973	Mise en valeur du lac El mellah, pour l'installation des tables conchylocoles.
1974	Une étude de mise en valeur du lac Oubeira a conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage d'anguilles.
1978	Un programme de coopération avec la Chine a été mis en place, centré sur 2 axes : Initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage pour le repeuplement Tentative d'alevinage larvaire de crevettes <i>Peneus kurathurus</i> .
1982 à 1990	Exploitation de l'anguille aux lacs Tonga, Oubeira et Mellah par un privé. La production annuelle moyenne était de l'ordre de 80 tonnes exporté vers l'Italie.
1983 à 1984	Premiers travaux de réalisation d'une écloserie de loup au lac El mellah.
1985 à 1986	Des revoirs d'eau furent peuplés ou repeuplés en poissons emportés de hongrie : carpes royale, carpes à grande bouches, carpes herbivores, carpes argentées, sandres.
1987	Filière sous-surface installée par l'ONDPA.
1989	Implantation d'une écloserie type mobile à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves), une autre écloserie de carpes à double capacité que la première a été implanté à Mazafran.
1991	Dans le cadre de repeuplement, 6 millions d'alevins de carpes ont été lâchés dans du plans d'eau des barrages Baraka, Gargar, Meurdjet-El Amel, Benaouda, Obéira
2000	Création d'un comité national autour des sujets : Aquaculture en Algérie ; ce qui aboutit à des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi un établissement du plan national d'aquaculture en Algérie.
2001	Début de la première campagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus ample de sites aquatique à travers le territoire nationale (côtière, intérieure, Saharienne).

**I.8. Activités halieutiques et aquacoles en Algérie**

L'aquaculture en Algérie connaît actuellement un développement important de la production. Plusieurs programmes de développement ont été mis en place, ce qui a permis l'initiation de nombreux projets aquacoles dans ses différentes filières.

En Algérie il existe plusieurs types d'élevages selon les espèces envisageables (tableau3) :

**Tableau 3** : les différents types d'élevages selon les espèces envisageables en Algérie (Kachou et Kaddouri,2022)

<b>Types d'élevages</b>	<b>Eau</b>	<b>Espèces élevées</b>
<b>Mode extensif</b>	<b>Eau douce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Carpe.</li> <li>•Tilapia.</li> <li>•Mulet.</li> <li>•Sandre.</li> <li>•Black-bass.</li> </ul>
	<b>Eau saumâtre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mulet.</li> <li>•Bar.</li> <li>•Sole.</li> <li>•Daurade.</li> </ul>
<b>Mode semi intensif à intensif en cages flottantes</b>	<b>Eau douce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Carpe.</li> </ul>
	<b>Eau de mer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Bar.</li> <li>•Daurade.</li> </ul>
<b>L'élevage intensif en bassins construits en dures</b>	<b>Eau de mer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Loup.</li> <li>•Daurade.</li> <li>•Turbot.</li> </ul>
<b>La conchyliculture</b>	<b>Eau de mer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Huîtres.</li> <li>•moules.</li> <li>•palourdes</li> </ul>

**Tableau 4** : liste des espèces existantes en Algérie pouvant faire l'objet d'élevage aquacole. (Echikh et Karali, 2004)

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Nature du milieu	Régime alimentaire	Origine
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpe commune	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>C.c.Var specularis</i>	Carpe royale	Eau douce	Omnivore	Chine
<i>Ctenopharyngodon Idella</i>	Carpe herbivore	Eau douce	Herbivore	Chine
<i>Barbus barbus</i>	Barbeau	Eau douce	Omnivore	Autochtone
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguille	Eau saumâtre	Carnivore	Autochtone
<i>Mugil Cephalus</i>	Mulet	Eau saumâtre	Herbivore	Autochtone
<i>Tilapia nilotica</i>	Tilapia	Eau douce	Microphage	Nil (Egypte)
<i>Micropterus salmoides</i>	Black bass	Eau douce	Carnivore	Allochtone
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Loup	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Salmon gardneiri</i>	Truite	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Alburnus alburnus</i>	Ablette	Eau douce	-	Allochtone
<i>Exos lucius</i>	Brochet	Eau douce	Carnivore	autochtone
<i>Lucioperca lucioperca</i>	Sandre	Eau douce	Carnivore	Hongrie
<i>Pagrus aurita</i>	Dorade	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus rutilus</i>	Gardon	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Tinca tinca</i>	Tanche	Eau douce	Carnivore	Autochtone
<i>Solea solea</i>	Sole	Eau de mer	Carnivore	Autochtone
<i>Leuciscus cephalus</i>	Chevaine	Eau douce	Omnivore	Allochtone
<i>Siluris glanis</i>	Poisson chat	Eau douce	Carnassier	Europe
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Moule méditerranéenne	Eau de mer	Phytoplanctonophage et suspensivore	Autochtone
<i>Ostrea edulis</i>	Huître plate	Eau de mer	suspensivore	Autochtone
<i>Crassostrea gigas</i>	Huître creuse	Eau de mer	suspensivore	Autochtone
<i>Venerupis aurea</i>	Palourde jaune	Eau de mer	Phytoplanctonophage à suspensivore	Autochtone

## II. Importance des poissons pour la nutrition et la santé publique

Les produits alimentaires d'origine aquatique, et en particulier les animaux aquatiques, sont depuis longtemps présentés comme une source importante de protéines animales et donc considérés comme l'une des composantes essentielles d'un régime alimentaire nutritif (FAO, 2012). Cependant, ils apportent aussi des acides gras oméga 3 et des micronutriments, qui sont importants pour améliorer la nutrition et la santé des populations touchées par le « triple fardeau de la malnutrition ».

Il a été démontré que la consommation de poisson réduisait la tension artérielle (Bernstein *et al.*, 2019), abaissait le taux de cholestérol (Lim *et al.*, 2012) et diminuait le risque de décès dû à une maladie cardiovasculaire en améliorant la fonction cardiovasculaire (Mozaffarian et Rimm, 2006 ; FAO et WHO, 2011).

### II.1. Le poisson est riche en protéines

Les chiffres varient selon les espèces, mais en moyenne, 100 g de poisson contiennent environ 19,5 g de protéines. La quantité de protéines recommandée varie d'un individu à l'autre en fonction du poids et d'autres facteurs, car les protéines jouent un rôle dans la croissance, la réparation et l'entretien de l'organisme. Par exemple, elles favorisent la croissance des muscles, puis contribuent ensuite à préserver la masse musculaire ainsi que des os normaux. Il est donc particulièrement important que les enfants consomment assez de protéines : leurs os en ont besoin pour croître et se développer normalement. (Findus,2020).

**Tableau 5** : Différentes valeurs de protéines dans différents poissons (Du Bien-Être,2016)

Poisson	Protéines pour 100g
Le thon	29,7g
La sardine fraîche	20,4g
Tilapia	26 g

## **II. 2. Une source d'Oméga3**

Le profil nutritionnel d'un poisson, c'est-à-dire les nutriments qu'il contient et en quelle quantité varie selon chaque espèce. Par exemple, on trouve des oméga-3, ces acides gras « essentiels », dans le lieu noir, le saumon et le haddock. Les nutriments dits « essentiels » sont ceux qu'on doit absolument consommer parce que l'organisme ne les produit pas lui-même. Les enfants et les adultes doivent veiller à intégrer suffisamment d'oméga-3 dans leur alimentation. Manger du poisson est une bonne manière de combler ces besoins. Voici Quelques poissons riche en Oméga3 : le maquereau, la sardine, le saumon et l'anchois. (Findus,2020).

## **II.3. L'importance des vitamines et des minéraux présents dans le poisson**

Les autres nutriments clés qu'on trouve en quantités différentes dans les espèces de poisson, incluent le sélénium, l'iode et la vitamine D. Le sélénium contribue au fonctionnement normal du système immunitaire, à une fonction thyroïdienne normale, au maintien de cheveux et d'ongles normaux, tandis que l'iode contribue à une fonction cognitive normale et à la production normale d'hormones thyroïdiennes et à une fonction thyroïdienne normale. On trouve de l'iode et du sélénium dans le cabillaud.

La vitamine D est surnommée « vitamine du soleil » parce que la peau la synthétise en présence de soleil à certaines périodes de l'année. Pourtant, la déficience en vitamine D est un problème de plus en plus répandu en Europe. Comme la vitamine D joue différents rôles importants dans l'organisme, et notamment contribue au maintien d'une fonction musculaire normale, d'une ossature normale, d'une dentition normale, et au fonctionnement normal du système immunitaire, vous avez tout intérêt à consommer des aliments qui en contiennent pour parer toute déficience. Également le saumon Atlantique, le tilapia, l'espadon et la sardine e sont des sources importantes de vitamine D (Findus,2020).

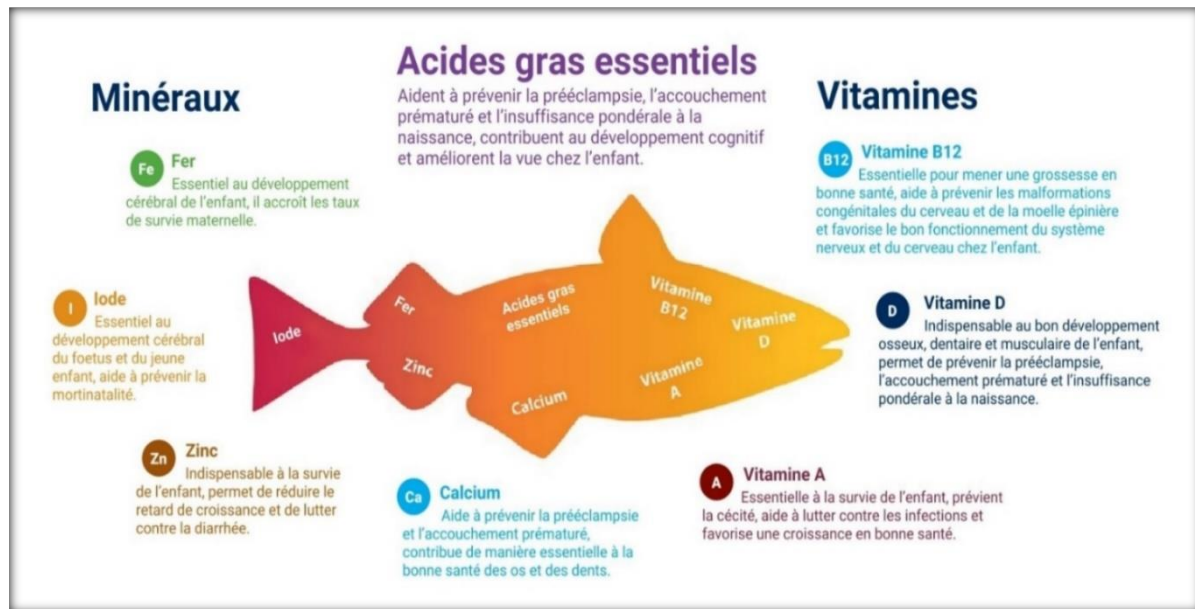


Figure 7 : Principaux composants des muscles de poisson. (FAO, 2021).

### III. Contamination microbiologique du poisson

La microbiologie du milieu aquatique va conditionner de façon importante celle des poissons, mollusques et crustacés. L'eau peut être vectrice de dangers pour les poissons et autres produits aquatiques. L'eau peut être polluée par des rejets humains et animaux et contenir des germes pathogènes (*Salmonella*, *Shigelle*, *Vibrio*, *Clostridium*...).

Les produits halieutiques jouent un rôle important dans l'apparition des maladies et des intoxications alimentaires provoquées par des micro-organismes présents d'une manière naturelle dans le milieu aquatique ou introduits à travers les différentes manipulations.

Normalement, la chair du poisson est stérile. Les régions contaminées sont le mucus qui recouvre la peau, les branchies et le tube digestif (Baross et Liston, 1970 ; Shewan 1977). La contamination bactérienne de la chair ne survient qu'après la capture. Les sources de cette contamination sont diverses et peuvent être réparties en deux groupes (Bourgeois et Leveau, 1980 ; Rozier, 1985).

#### III.1. La microflore des poissons

Les micro-organismes se trouvent sur toute la surface externe (peau et branchilles) et dans les intestins des poissons vivants et fraîchement pêchés. Le nombre varie énormément allant de  $10^2$  à  $10^7$  UFC/cm<sup>2</sup> de surface de peau et de  $10^3$  à  $10^9$  UFC/g de branchies ou d'intestins.

La flore bactérienne du poisson fraîchement pêché dépend de l'environnement dans lequel il a été capturé et aussi l'espèce de poisson. Le poisson pêché dans des eaux propres et froides a une charge bactérienne plus faible que celle du poisson pêché dans les eaux chaudes. La flore bactérienne dominante des eaux froides et tempérées a un caractère psychrotrophe, ces bactéries sont capables de se développer à 0°C mais avec un optimum de croissance aux environs de 25°C. Par contre les mésophiles sont isolées en nombre important à partir des poissons des eaux plus chaudes. (Huss, 1995).

La microflore des poissons d'eaux tempérées est dominée par les bactéries psychrotrophes à Gram négatif en forme de bâtonnets appartenant aux genres *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella* et *Flavobacterium*. Les membres des familles des *Vibrionaceae* (*Vibrio* et *Photobacterium*) et des *Aeromonadaceae* (*Aeromonas spp*) sont aussi des bactéries aquatiques courantes et typiques de la flore du poisson. Des bactéries à Gram positif comme *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* et *Corynéformes* peuvent être également trouvées en quantités variables, mais ce sont généralement les bactéries à Gram négatif qui prédominent. (Huss, 1995).

**Tableau 6 :** Flores bactériennes du poisson capturé dans des eaux propres non polluées (Leroi F/ Ifremer, 2009).

<b>Gram négatif</b>	<b>Gram positif</b>
<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>
<i>Moraxella</i>	<i>Micrococcus</i>
<i>Acinetobacter</i>	<i>Clostridium</i>
<i>Shewanella Flavobacterium</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Vibrio</i>	
<i>Photobacterium</i>	
<i>Aeromonas spp</i>	
<i>Cytophaga</i>	
<i>Flavobacterium</i>	

Les eaux marines contiennent des bactéries qui ont un besoin important de sodium pour leur croissance, notamment *Vibrio*, *Photobacterium* et *Shewanella*. Dans les eaux polluées, des charges élevées d'*Enterobacteriaceae* ont été trouvées. Cependant, il a été constaté qu'*Escherichia coli* et *Salmonella* peuvent survivre très longtemps dans les eaux tropicales.

### **III.2. Altération des poissons**

La décomposition étant l'étape ultime de l'altération. Le poisson est une denrée alimentaire fragile et hautement périssable. Son altération est un phénomène séquentiel qui commence immédiatement après la mort du poisson. La décomposition débute par une autolyse enzymatique suivie d'une dégradation bactérienne. La fraîcheur et les propriétés organoleptiques sont altérées, la valeur nutritive est réduite et des substances toxiques sont formées. La chair de poisson s'altère plus rapidement que la viande des autres animaux d'élevage en raison de :

- La teneur très élevée en eau ;
- La quantité réduite du tissu conjonctif ;
- La concentration importante d'azote extractible ;
- La présence de lipides fortement insaturés.

Cette altération peut être de type sensoriel, biochimique ou microbiologique (Chéret, *et al.* 2005).

#### **III.2.1. Altération sensorielle**

Varie considérablement en fonction de l'espèce et du mode de conservation (Huss, 2000).

#### **III.2.2. Altération biochimique**

Juste après la mort du poisson, la dégradation des composés reliés à l'ATP est parmi l'une des premières autolyses actives (Chéret, *et al.* 2005).

#### **III.2.3. Altération microbienne**

L'altération des produits aquatiques est due aux enzymes tissulaires et aux microorganismes. De nombreux facteurs conditionnent les modalités de l'altération microbienne :

- ✓ Variété de poisson, pH de la chair, richesse en graisses.
- ✓ Habitat du poisson, type de la contamination bactérienne.
- ✓ Conditions de pêche et de stockage.

La charge microbienne est très variable. Sa grande variabilité reflète l'environnement et l'alimentation des poissons. La chair du poisson sain, vivant ou fraîchement pêché, est stérile car le système immunitaire du poisson empêche les bactéries de se multiplier et de proliférer



dans la chair. À la mort du poisson, le système immunitaire s'effondre et les bactéries peuvent proliférer librement. (Mechai, *et al.*2020).

La pénétration des bactéries s'effectue en partie par la peau, mais pour l'essentiel par le système vasculaire à partir des branchies et de la cavité abdominale.

Les bactéries de l'intestin peuvent par ailleurs investir directement les muscles de la paroi abdominale, la pénétration est facilitée par l'action des enzymes digestives.

À la surface de la peau, les bactéries colonisent largement les alvéoles des écailles. Pendant le stockage, elles envahissent la chair en se déplaçant entre les fibres musculaires.

On doit faire la distinction entre les termes : flore d'altération et bactéries d'altération. La première décrit simplement les bactéries présentes sur le poisson quand il s'altère (*Micrococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Clostridium* et *Acinetobacter*) tandis que la seconde constitue le groupe spécifique qui produit les odeurs et les goûts désagréables associés à la dégradation (*Shewanella spp*, *Pseudomonas spp*, et *Photobacterium phosphoreum*) (Huss, 1995).

#### **III.2.4. Contamination endogène ou primaire**

La composition et la quantité de cette flore bactérienne dépend de l'origine, de la température, de l'eau, de l'alimentation, etc. Les bactéries d'origine endogène peuvent être subdivisées en 3 classes (Leroi,2002) :

##### **III.2.4.1. Germes typiquement aquatiques**

Ils appartiennent généralement aux genres *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Flavobacterium*, *Acinetobacterium*, *Micrococcus*, *Corybacterium*, *Aeromonas*, *Morexella*. (Berdjeb et Jacquet. 2009).

##### **III.2.4.2. Germes d'origine tellurique**

Ce sont des bactéries sporulées en particulier les genres *Clostridium* et *Bacillus*. Leur dissémination dans les milieux aquatiques est assurée par les eaux de ruissellement et les eaux de pluie (Abotchi, 2010).

##### **III.2.4.3. Germes de contamination d'origine humaine ou animale**

Ces germes proviennent du tube digestif de l'homme et des animaux. Ils se retrouvent dans les milieux aquatiques à la faveur d'une pollution par les eaux usées mal ou non traitées (Abotchi, 2010).

#### **III.2.4.4. Contamination exogène ou secondaire**

Après capture, le poisson est sujet à de nombreuses manipulations qui sont à l'origine de la contamination bactérienne (contamination par le personnel, le matériel et l'environnement). Les germes apportés par cette contamination secondaire sont des *Salmonelles*, des *Coliformes thermotolérants*, des *Staphylococcus* présumés pathogènes, des bactéries anaérobies sulfitoréductrices, des *levures* et *moisissures* et la flore mésophile aérobie totale. Selon HOBBS cité par SEYDI. (1982).

---

### Partie 2 : Biologie de l'espèce

---

#### **I.1. Introduction sur le Tilapia**

Le tilapia est un poisson d'eau douce appartenant à la famille des Cichlidés. Ils sont originaires d'Afrique, mais ils ont été introduits dans beaucoup de régions tropicales, subtropicales et tempérées du monde pendant la deuxième moitié du 20ème siècle (Pillay, 1990 ; Charo-Karisa *et.al*,2006).

Depuis le siècle dernier, le nombre d'espèces de tilapia a fortement augmenté avec la découverte d'espèces nouvelles, ce qui a conduit les systématiciens à revoir régulièrement la taxonomie de ce genre. Le rapport d'analyse de la situation du marché 2017, a estimé que 180 000 tonnes de tilapia (entier et en filet) ont été commercialisées sur le marché international entre janvier et mars 2017, soit un volume d'environ 10 pour cent inférieur à celui de l'année précédente. Les principaux importateurs de tilapia étaient les États-Unis d'Amérique, le Mexique, la Côte d'Ivoire et l'Iran, et les principaux exportateurs étaient la Chine, la province chinoise de Taiwan, la Thaïlande et l'Indonésie (Chowdhury, 2011 ; Daudpota *et al.*, 2014 ; FAO, 2018).

#### **I.2. Culture du tilapia en Algérie**

En Algérie, l'espèce Tilapia est élevée en raison de sa rusticité aux conditions climatiques et surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction. (Cherif et Djoumakh, 2015).

L'office national de développement et de production aquacole (O.N.D.P.A.) et les responsables

de l'instance égyptienne des ressources halieutiques sont parvenus à un accord sur l'introduction du Tilapia en Algérie. Suite au succès de la première expérience concernant le lancement en 2001 de la production du tilapia en Algérie, une cargaison, estimée à 1,5 t d'alevins de tilapia a été livrée. Ces alevins destinés pour le repeuplement des barrages, bassins, et rivières, ont bien supporté le climat froid, des régions nord d'Algérie. Ensuite, l'Algérie est maintenant passée à l'étape de la production artificielle. Il s'agit de la création de fermes spécialisées dans la culture du tilapia selon des techniques modernes (par des promoteurs privés, de quelques 30 fermes aquacoles pour l'élevage du Tilapia. Les entrepreneurs privés qui ont reçu un soutien financier dans le cadre du programme d'appui à la relance économique et dont les projets devraient être opérationnels permettront la création de 303 emplois répartis comme suit : Ferme d'élevage de tilapia du Nil dans le Sud du pays : 139 emplois (six cadres, 10 techniciens, 123 ouvriers) (Benammar, 2017).

La disponibilité en eau, les nombreux bassins et canaux d'irrigation ont permis de planifier le développement d'un pôle d'aquaculture intégrée à l'agriculture, basée sur l'élevage extensif des poissons d'eau douce (principalement de tilapia du Nil et ses hybrides tels que le tilapia rouge) en synergie avec les activités agricoles (FAO, 2018).

## **II. Tilapia rouge**

Le tilapia rouge hybride, comme toutes les autres espèces du même ordre *Oreochromis*, est l'une des plus importantes espèces élevées actuellement dans les eaux douces tropicales et subtropicales. Son élevage se fait toute l'année, en circuit ouvert ou fermé dans plusieurs régions du monde. Sa croissance rapide et son adaptation à des écosystèmes variés de même que sa chair savoureuse fait de lui un excellent candidat pour l'Aquaculture.

Leur consommation moyenne mondiale passerait de 14 à 25 kg par habitant d'ici 2030 (FAO, 2018).

Le terme Tilapia est en général utilisé pour désigner l'important groupe élevé à des fins commerciales appartenant à la famille des Cichlidés. Cette expression est d'origine africaine du mot « thiape » qui veut dire poisson, les poissons qui creusent le sol de l'étang pour faire des nids dans lesquels ils fraient, portent le nom de tilapia. L'élevage des Tilapias existe depuis plus de 2500 ans (Chapman, 2003).



**Figure 8 :** Tilapia rouge (Alpifood, 2022).

### **II.1. Caractéristiques morphologiques spécifique du Tilapia**

Le tilapia rouge a un corps comprimé ; avec une teinte soit de couleur grise ; albinos ; rose ; rouge-orange (Moralee et al., 2000) et des fois ayant des taches grises sur la poitrine. Dans la plupart des cas ; les caractéristiques du tilapia rouge sont morphologiquement intermédiaires (forme du museau ; la largeur de la bouche ; longueur tête...) entre les espèces utilisées dans ce croisement. (Moralee et al., 2000).

Selon Leveque et Paugy (1984) les Cichlidés (dont les Tilapia) sont de plus caractérisés par :

- Un corps couvert d'écaillés imbriquées ;
- Un œil de chaque côté du corps ;
- Des nageoires ventrales rapprochées des pectorales et situées au-dessus de ces dernières ;
- Une seule nageoire dorsale à rayons antérieurs épineux ;
- Trois épines à la nageoire anale ;
- Une seule narine de chaque côté. (Leveque ,1984.)

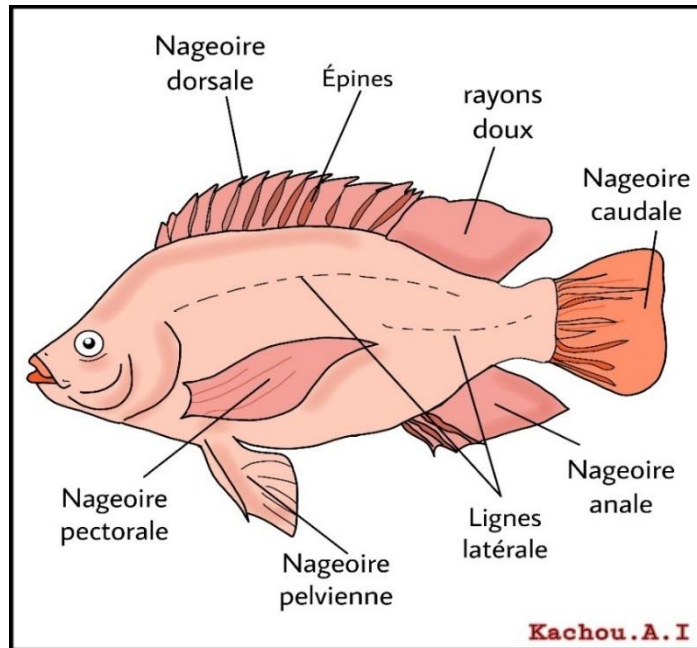


Figure 9 : Caractéristiques morphologiques du Tilapia (Kachou, 2022).

## II.2. Anatomie de l'espèce étudiée *Oreochromis sp*

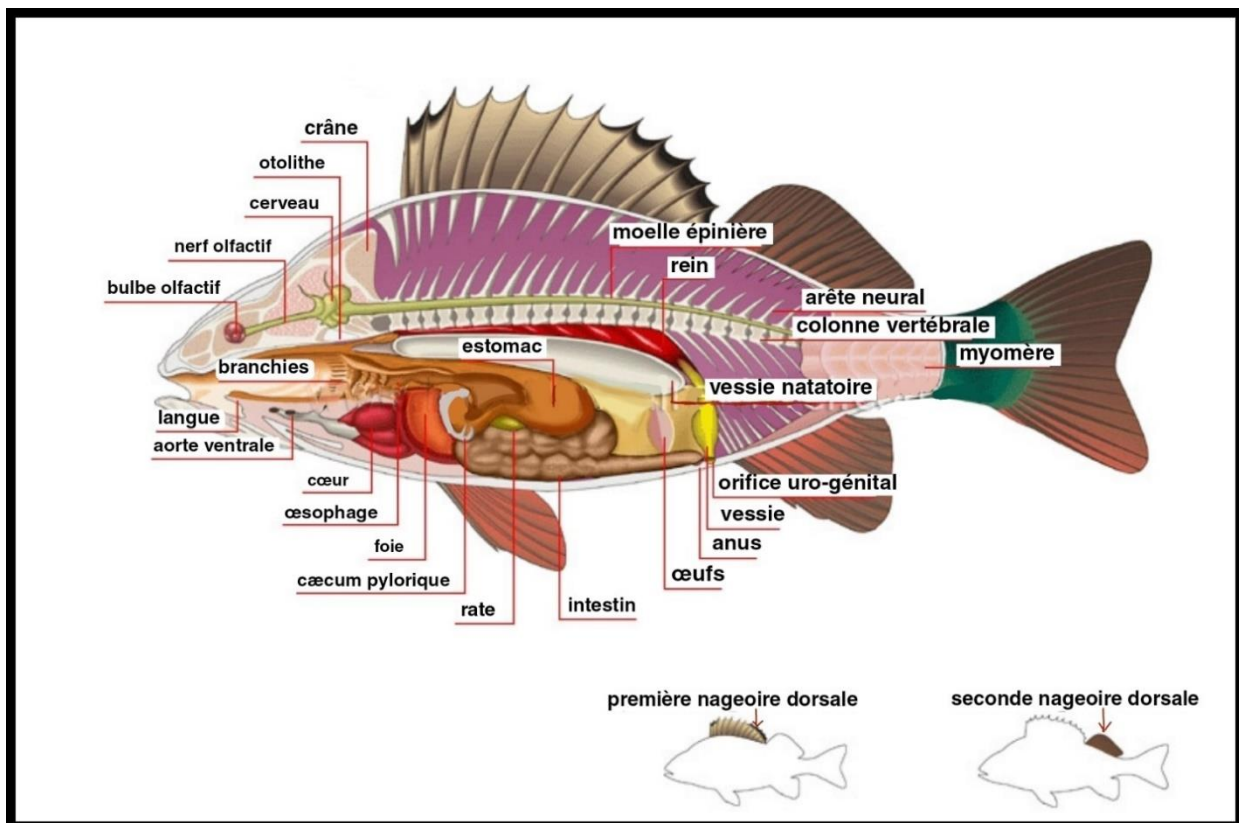


Figure 10 : Anatomie interne du Tilapia.

### **II. 3. Biologie et aquaculture du Tilapia**

Les tilapias s'adaptent à des environnements variés et peuvent vivre à des températures comprises entre 9°C et 40°C. Les espèces comme *O. niloticus* et *O. mossambicus* supportent jusqu'à un maximum de 41°C (Allanson et Noble, 1984 ;Denzer, 1968 ).

Néanmoins, beaucoup cessent de s'alimenter dès que la température descend en dessous de 16°C, ou ne peuvent se reproduire qu'à des températures supérieures à 22°C. Toutes les espèces pourraient survivre à un taux d'oxygène dissout de 1 mg/L mais cesseraient de s'alimenter quand ce taux descend en-dessous de 1,5 mg/L (Allison *et al.*, 1976). L'adaptation à la salinité diffère selon les espèces. Ainsi, certaines espèces comme *Tilapia Guineensis* ou *O. Mossambicus* sont euryhalines (Wokoma et Marioghae, 1996). De même la tolérance au pH est fonction des espèces. Le pH optimal est compris entre 7 et 8, mais les tilapias s'adaptent aux pH très acides des forêts tropicales (Varadaraj *et al.*, 1994).

Le mode alimentaire est caractéristique du genre. Ainsi, les poissons du genre *Tilapia* sont d'abord zooplanctonophages puis deviennent omnivores (Bard *et al.*, 1974). Les poissons des genres *Sarotherodon* et *Oreochromis* consomment essentiellement du phytoplancton et des macrodétritus divers (Bard *et al.*, 1974). Les tilapias sont extrêmement résistants aux maladies. Ils sont d'ailleurs le plus souvent porteurs sains de plusieurs virus.

### **II.4. Systématique**

Les tilapias constituent la sous famille des Tilapiinae, appartenant à la famille des cichlidés et à l'ordre des perciformes dont la particularité la plus apparente est une ligne latérale discontinue. Cette famille comprend quatre genres, regroupés sous le nom courant de tilapia (Trewavas, 1983) :

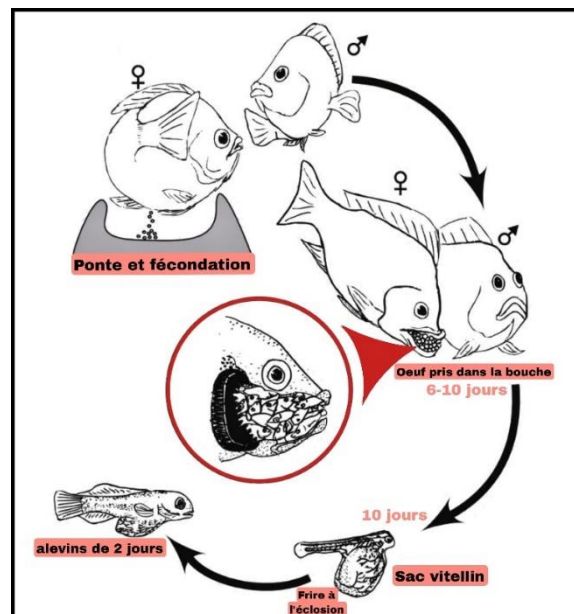
1. Le genre *Tilapia*, constitué de pondeurs sur substrat ;
2. Le genre *Sarotherodon*, constitué d'incubateurs buccaux chez lesquels la garde de la progéniture est assurée par les deux ou un seul des parents. Le dimorphisme sexuel de croissance est peu marqué ;
3. Le genre *Oreochromis*, composé d'incubateurs buccaux chez lesquels la cellule familiale est maternelle. Le dimorphisme sexuel de croissance est très marqué, la femelle étant plus petite que le mâle ;
4. Le genre *Danakila*, qui est un genre monospécifique de faible importance économique.

Selon Günther (1889), la taxonomie du poisson Tilapia est comme suite :

- Embranchement : Vertébrés.
- Super classe : Poissons.
- Classe : Ostéichthyens.
- Sous classe : Téléostéens.
- Ordre : Perciformes.
- Famille : Cichlidés.
- Sous famille : Tilapinés.
- Genre : *Oreochromis sp.*

## II.5. Reproduction de tilapia rouge

- Reproduction toute l'année tant que la température est supérieure à 22°C. (Optimum entre 28 et 32° C) et la salinité est inférieur à 15 psu.
- Taille de première maturité sexuelle: entre 14 et 20 cm (selon le sexe et le milieu).
- Male délimite un petit territoire substrats sablonneux ou argileux sous forme d'assiette creuse où la femelle dépose ses ovules pour être fécondés immédiatement par le male.
- Puis la femelle reprend en bouche les œufs (incubateur buccal uni parents maternel).
- Eclosion dans la bouche de femelle 4 à 5 jours après la fécondation.



**Figure 11** : Schéma représentant la reproduction de Tilapia. Nandlal & Pickering (2004).

***Chapitre II***  
***Matériels et Méthodes***



Les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Biologie, Université de Mostaganem.

## **I. Objectif du travail**

Les poissons sont riches en éléments nutritifs qui peuvent favoriser la croissance de divers micro-organismes surtout dans le cas où l'hygiène et les conditions d'élevage, ainsi que celles du conditionnement ne sont pas respectées, c'est pour cette raison qu'on a réalisé des analyses de contrôle de la qualité de tilapia rouge. Dans cette partie on s'intéresse à la réalisation des analyses puis l'évaluation de la qualité microbiologique.

D'une manière spécifique il s'agira de rechercher et de dénombrer des espèces bactériennes.

- ✓ La recherche et le dénombrement des germes indicateurs d'une pollution fécale (les coliformes fécaux et *Escherichia coli*).
- ✓ La recherche et le dénombrement des germes indicateurs de la qualité hygiénique : *Staphylococcus aureus* à coagulase +.
- ✓ La recherche et dénombrement des germes mésophiles aérobies totaux.
- ✓ La recherche des *salmonella*.
- ✓ La recherche des coliformes totaux.

### **I.1. Matériel**

L'ensemble des milieux de cultures, réactifs, instruments et appareillages seront cités au fur et à mesure de leurs utilisations.

#### **I.1.1. Le gros matériel**

- Autoclave, (Stérilisation à chaleur humide).
- Etuve, (Incubation).
- Four Pasteur, (Stérilisation à chaleur sèche).
- Bain - marie. (Maintien en surfusion les mieux et incubation ).
- Réfrigérateur, (Conservation).

### I.1.2. Poste de travail

**Paillasse** : Elle est facilement nettoyable par des agents désinfectants tels que l'eau de javel et alcool (éthanol).

**Bec bunsen** : Sa flamme bleue procure une zone circulaire stérile de 15 à 20 cm de diamètre dans laquelle toutes les manipulations doivent s'effectuer.

**Matériels** : Boîtes Petri, pipettes, lame, béchers, anse, pinces, divers.

**Produits** : milieux de culture, réactifs, eau distillée, alcool.

### I.2. Méthodes.

#### I.2.1. Matériel biologique d'étude

Le matériel biologique est constitué de trois échantillons de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*), chaque prélèvement est composé de 5 unités d'échantillonnage. Les poissons ont été prélevés de la ferme aquacole de Zemmora, Wilaya de Relizane, sur une période de 3 mois entre 20 Mars et 29 Mai 2022 à raison d'un échantillon par mois. Les prélèvements de poissons ont été conservés et transportés à une température de + 4 à + 6°C dans une glacière vers le laboratoire.



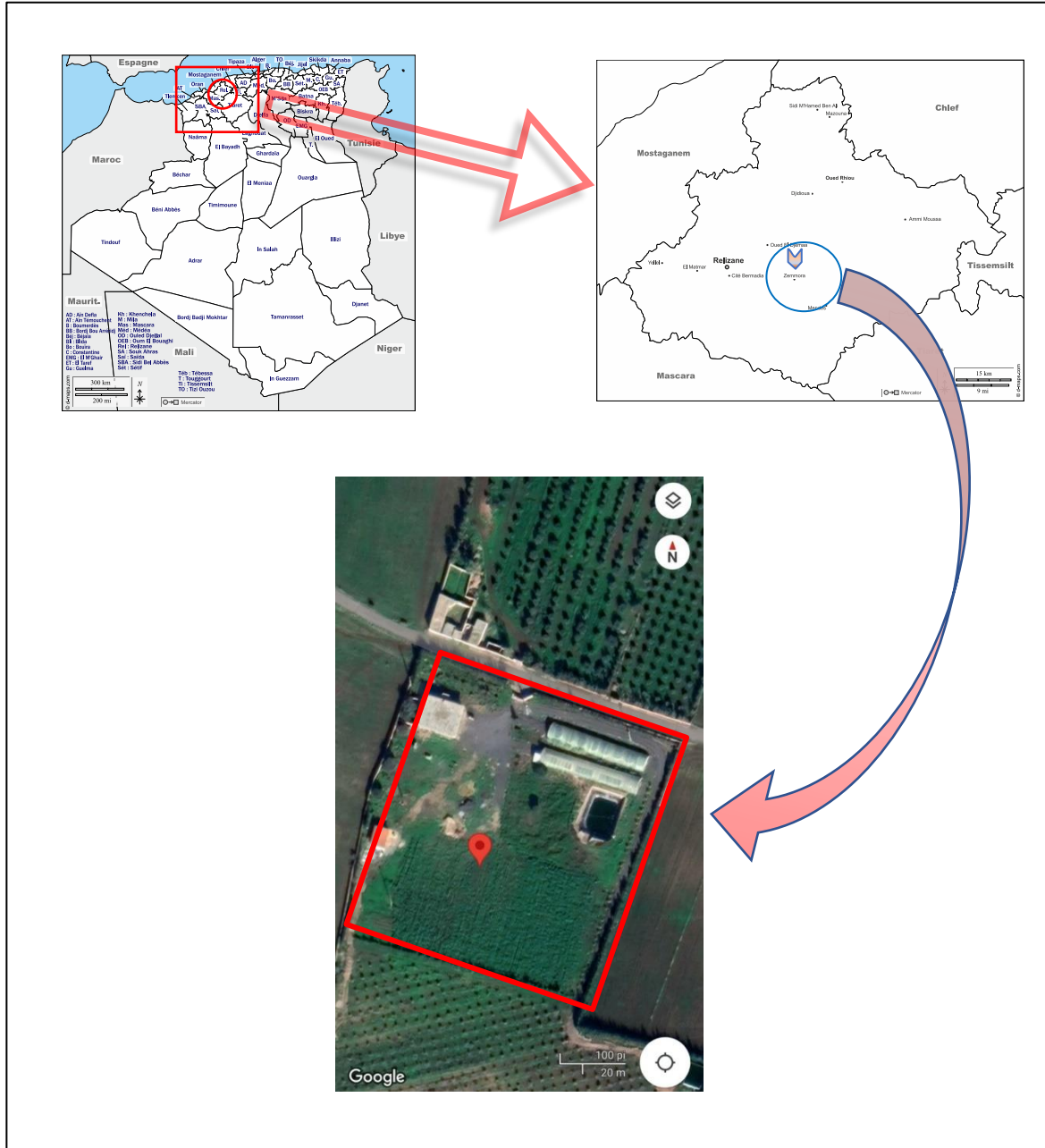
Figure 12 : Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*)

Tableau 7 : Date et poids (g) des prélèvements

	<b>Prélèvement 1</b> <b>Date : 20-03-2022</b>	<b>Prélèvement 2</b> <b>Date : 24-04-022</b>	<b>Prélèvement 3</b> <b>Date : 29-05-2022</b>
<b>Poisson 1</b>	175.8	105.95	114.3
<b>Poisson 2</b>	161.8	197.01	245.2
<b>Poisson 3</b>	153.1	144.96	206.3
<b>Poisson 4</b>	142.1	92.95	140.5
<b>Poisson 5</b>	107.2	78.77	315.8

### I.2.2. Situation géographique de la zone d'étude

Les échantillons ont été prélevés dans la ferme de la ville de Zemmora, dans la Wilaya de Relizane. La ville est située à 60 km de la mer Méditerranée, et a un climat chaud et sec, avec une légère pente vers les montagnes. L'hiver est souvent pluvieux, parfois neigeux. (Wikipédia, 2007).



**Figure 13 :** Carte de la situation de la ferme (Zemmora, Wilaya de Relizane). D-maps, google maps ,2022)

### **I.2.3. Méthodes d'analyses**

#### **a) Détermination du poids des poissons**

- Les individus prélevés ont été pesés à l'aide d'une balance de précision.



**Figure 14** : Pesage de poisson

#### **b) Etude microbiologique**

Nous avons dénombré différents groupes de germes à partir de la chair du tilapia rouge.

Dès l'arrivée au laboratoire, les poissons sont placés dans une zone stérile sur un plateau métallique stérilisé préalablement à l'autoclave (120 °C pendant 20 min) afin de prélever la chair du tilapia rouge.

##### **II.2.3.1. Méthode de préparation de la solution mère.**

La solution mère ainsi que les dilutions décimales ont été préparées en suivant la norme internationale **ISO 6887-1 : 2017**.

- Après leur désinfection à l'alcool.
- Couper à l'aide d'un scalpel stérile et en zone stérile les parties à étudier.
- Peser 10 g de chair, puis la déposer dans 90 ml de Tryptone Sel Eau (TSE) broyer et mélanger pendant 2 minutes afin d'obtenir une solution mère (Sandayigaya *et al.*, 1990).
- Temps de revivification (20 min-30 min).
- Le pesé de la chair du poisson est effectué dans une boîte de pétri à l'aide d'une balance de précision placée dans une zone stérile (Harnisz et Tucholski, 2010).
- Broyer la chair à l'aide d'un mortier et d'un pilon en porcelaine préalablement stérilisés à 170 °C pendant 2 heures au four Pasteur.

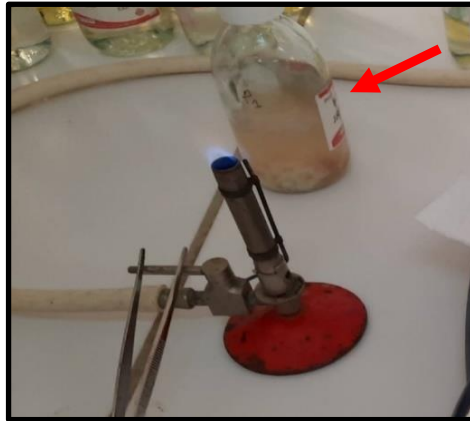


Figure 16 : Solution mère

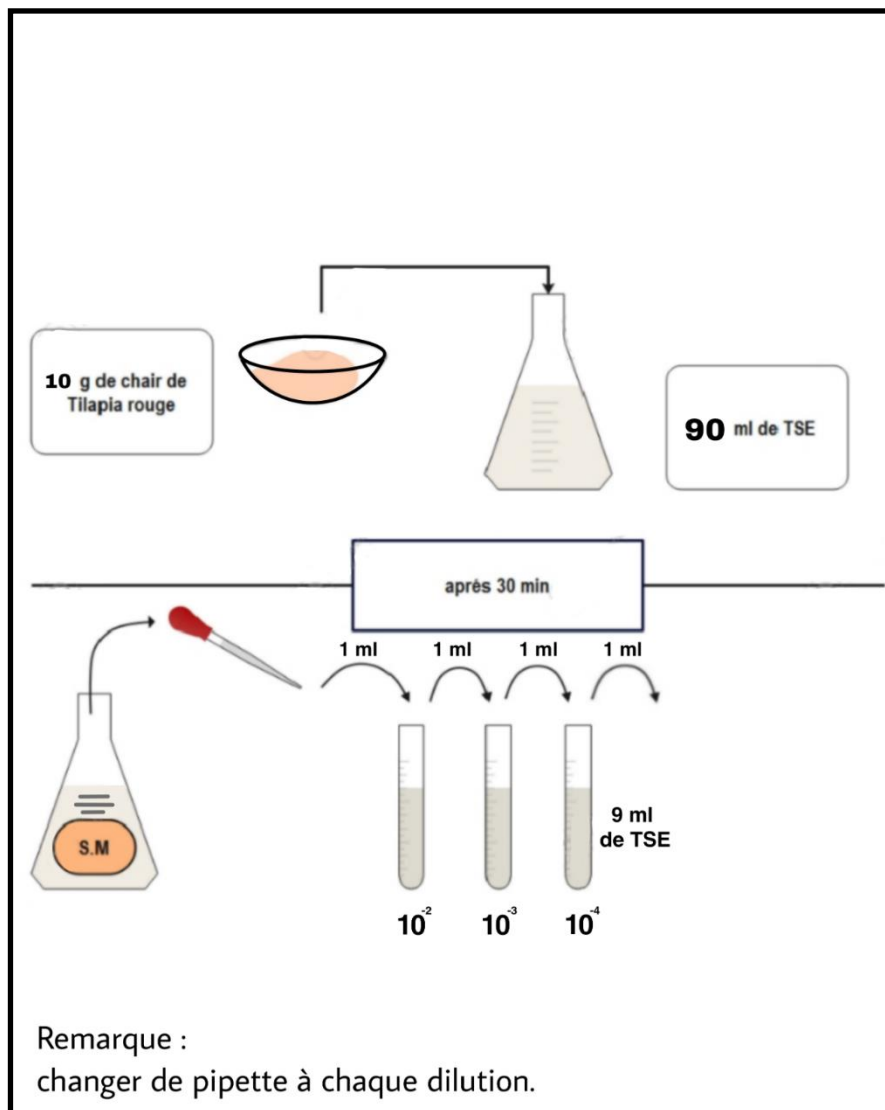


Figure 15 : Préparation de la solution mère et les dilutions décimales.

**II.2.3.2. Dénombrement des germe aérobies (la flore cultivable hétérotrophe mésophile) (ISO 4833-1 :2013)**

La flore aérobie mésophile (aussi appelée flore totale) représente l'ensemble des microorganismes se développant en présence d'oxygène à une température optimale de 30°C (multiplication active de 10°C à 45°C). Cette flore indique le degré de contamination bactérienne globale (Roberts, 1980). Un nombre élevé de flore aérobie mésophile représente un risque de présence de germes pathogènes, à des niveaux pouvant être dangereux.

**•Mode opératoire**

- À partir de l'échantillon mère nous réalisons une série de dilutions décimales en rapportant 1 ml de chaque échantillon dans 9 ml d'eau physiologique stérile jusqu'à la dilution 10<sup>-6</sup>. Cette série de dilution sera utilisé pour toutes les recherches ultérieures (Fig.16).
- Dans des boîtes de Pétri vides, on met 1 ml d'un échantillon non dilué et de diverses dilutions décimales de cet échantillon (10<sup>-1</sup> 10<sup>-2</sup>...10<sup>-6</sup>).
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20 ml de gélose PCA (Plate Count Agar) fondue et refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose sur une surface horizontale.
- Laisser solidifier les boîtes sur pailleasse.
- Incuber à 30°C pendant 24 h à 72 h (Labres *et al.*, 2006).

**• Lecture**

-Les germes cultivables se présentent sous forme de colonies poussant en masse (Labres *et al.*, 2006).

**• Dénombrement**

- Les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies sont dénombrées avec précision.
- Le nombre N de germes présents dans l'échantillon analysé et considéré comme une moyenne pondérale de dilution successive est donné par la formule suivante :

$$N = \frac{C1 + C2}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

**C1+C2**= somme des colonies caractéristiques sur les deux boîtes retenues

**V**= volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte

**d**= taux de dilution correspondant à la première dilution retenue

**n<sub>1</sub>** = nombre de boîtes retenues à la première dilution

**n<sub>2</sub>** = nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution

- Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs après la virgule.
- Le résultat final de microorganismes revivifiabiles dénombrés à 30°C, et est noté par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10<sup>x</sup> où x est la puissance appropriée de 10 (Rodier, 1996).
- les résultats sont exprimés par UFC/g.

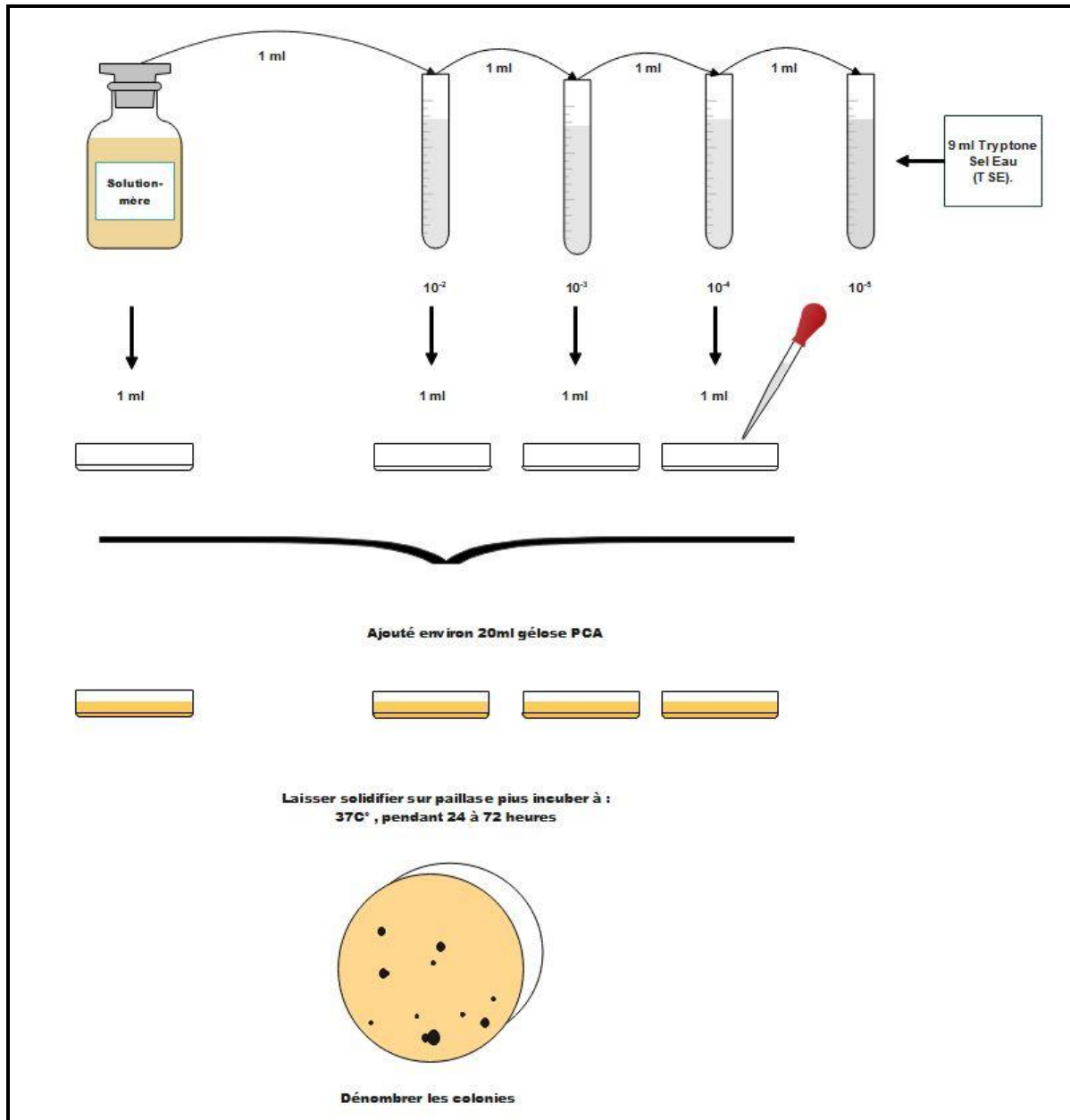


Figure 17 : Recherche des bactéries aérobies mésophiles totales.

### II.2.3.3. Recherche et dénombrement Les coliformes totaux (ISO 4832 :1991) et fécaux (NF V08-60 :1996)

Le dénombrement des coliformes permet la mise en évidence d'une population fécale et donc la possibilité d'une contamination par l'entérobactérie pathogène.

#### •Mode opératoire

- Pris des boites de Petri vide préparées à cet usage et numérotée pour chaque dilution.
- À partir des dilutions décimales ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ) porter aseptiquement 1 ml dans les boites de pétri.
- Verser ensuite avec environ 15 ml de gélose VRBL fondue puis refroidie à  $45^{\circ}\text{C}$ .



-Faire ensuite des mouvements circulaires et va et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée et laisser solidifier sur paillasse.

-Les boîtes seront incubées couvercle en bas pendant 24 heures à 48 heures à :

- 30°C pour les boîtes de coliformes totaux.
- 44°C pour les boîtes de coliformes fécaux.

➤ **Dénombrement**

-Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies.

-Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.

-Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

-Il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que des coliformes totaux.

➤ **Lecture**

Les coliformes forment des colonies roses rouge (Lactose +) ayant un diamètre supérieur ou égal à 0,5 mm avec ou sans zone de précipitation de la bile.

#### **II.2.3.4. Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli***

Préparer une série de tubes contenant le milieu simple concentration qui est un milieu VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) muni d'une cloche.

De la solution mère à l'analyse, on va prendre une gouttelette stérile de 1 ml, dans chacun des tubes VBL.

Incuber à 44°C pendant 24 h à 48 h.

**- Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant :

Un trouble et un dégagement gazeux dans les tubes de VBL.

- Test de confirmation



Figure 18 : Tubes positifs de VBL

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes.

Lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les tubes de VBL trouvés positifs feront l'objet d'un repiquage dans :

- Un tube d'eau peptonée exempte d'indole (2 gouttes, incubation 24h/44C°)

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- Lecture

Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole (Fig.19).

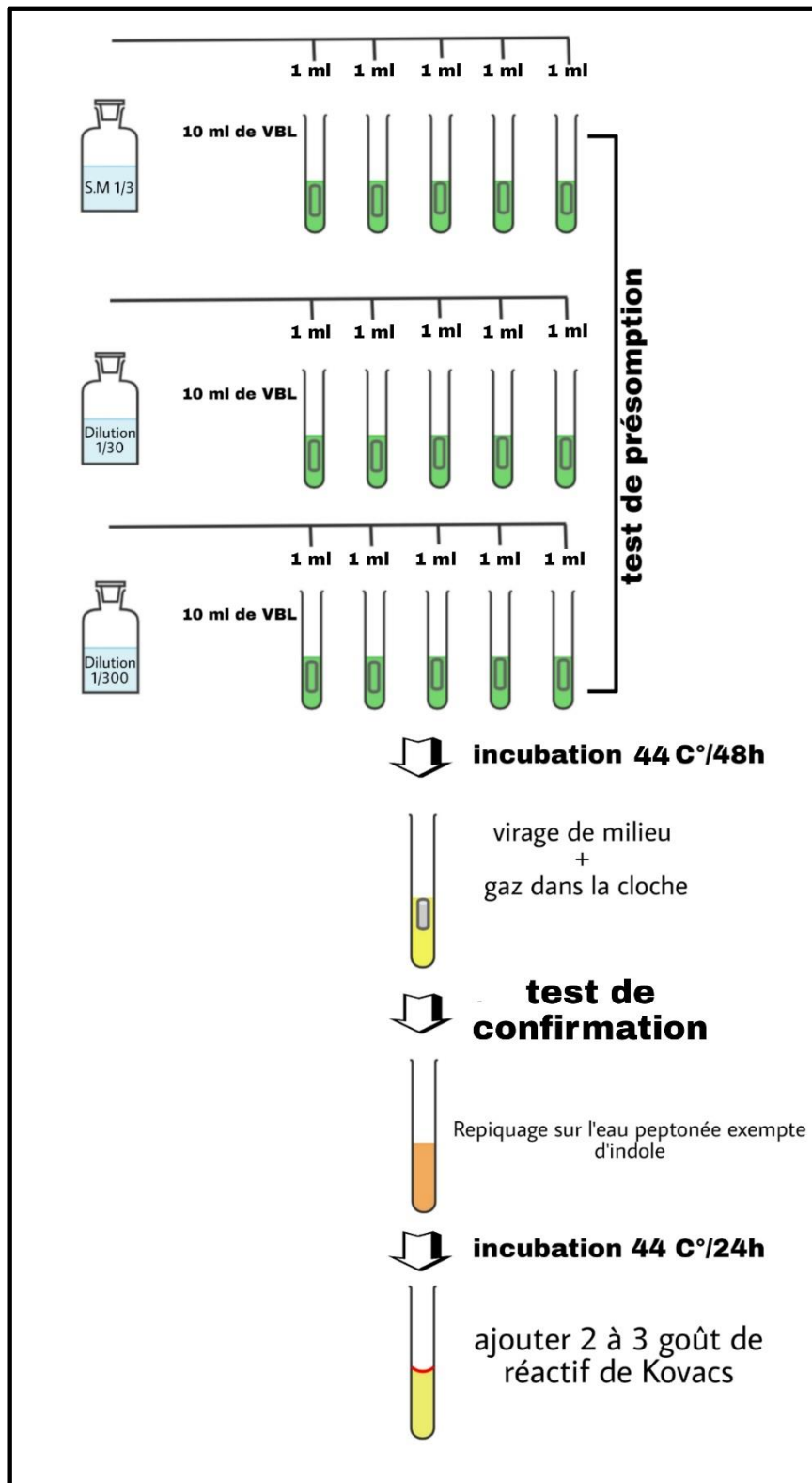


Figure 19 : Recherche des E. Coli

### II.2.3.5. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* a coagulase + (ISO 6888-1 :2021)

*Staphylococcus aureus* est une bactérie à l'origine de nombreuses infections ou intoxications alimentaires.

#### •Mode opératoire

##### a. Enrichissement sélectif

On ensemence aseptiquement 1ml de la dilution  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$  dans un tube contenant 15 ml de milieu Giolitti Cantoni (GC)+ tellurite potassium. Incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 h.

#### •Lecture

Les tubes ayant viré au noir sont considérés comme positifs.



Figure 20 : Milieu d'enrichissement pour *Staphylococcus aureus*

##### b. Ensemencement

Une quantité de 0.1ml du contenu du tube positif ayant noirci est étaler sur des boites de Pétri contenant de la gélose Baird Parker additionné du jaune d'œuf et de 10 ml de tellurite de potassium.

Incubation à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24h.

**•Lecture**

les colonies de *staphylococcus aureus* sont noires et brillantes, avec un finliseré blanc, entouré d'une zone claire. Pourvues d'une catalase et d'une coagulase indique la possibilité de présence de *Staphylococcus aureus*.

**•Test catalase**

La catalase est une enzyme respiratoire catalyse la libération de molécules d'eau et d'oxygène à partir de peroxyde d'hydrogène, un produit métabolique toxique pour les bactéries. Pour se faire, on ajoute une goutte de peroxyde d'hydrogène 30% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) à la colonie placée sur une lame de microscope.

Une production de bulle (libération de gaz) lorsque la réaction est positive.

**•Test coagulase**

Dans un tube à hémolyse on mesure 10 gouttes de plasma oxalaté, prêt à l'emploi, et 10 gouttes de culture en bouillon de la souche à étudier.

Placer le mélange au bain - marie à 37°C.

Des lectures doivent être effectuées toutes les heures au moins pendant les cinq premières heures.

**•Lecture**

provoque la coagulation du plasma en un temps variant d'une demi - heure à 24 h. La prise en masse du plasma est généralement totale, au point que le tube peut être retourné. Quelque fois, le caillot est moins compact ; mais encore dans ce cas, l'épreuve doit être tenue pour positive si elle se produit avant les 24 heures. On limite le plus souvent à 7 h temps de lecture.

**II.2.3.6. Recherche et dénombrement de Salmonella spp**

Sont des bactéries pouvant être à l'origine de toxi-infection alimentaire très grave, elles sont présentes dans le tube digestif des animaux et de l'homme.

**•Mode opératoire**

**1-Pré-enrichissement non sélectif**

Prélever 25g de la chair de notre poisson étudié dans un flacon stérile contenant 225ml de BLMT (Bouillon Lactosé, Mannitolé et Tamponné.). Broyer cette suspension dans un agitateur. Incubation à 37°C pendant 24

## **2- Enrichissement en milieux sélectifs liquides**

- Le milieu de Sélénite- cystéiné (SFB) est réparti à raison de 100 ml par flacon.
- L'enrichissement proprement dit, se fait donc à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivant :
- 10 ml en double pour les flacons de SFB. Incubation à 37°C pendant 24 h.

## **3- Isolement**

Un millilitre (1ml) du contenu flacon SFB est étaler sur des boites de Pétri contenant de la gélose Hektoen. Incubation à 37°C pendant 24h.

## **4- Lecture des boites et identification**

Les *Salmonella* se présentent de la façon suivante :

Colonies le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose Hektoen.

## **5- Identification présomptive des *salmonella***

La TSI gélose est utilisée pour l'identification présomptive des entérobactéries basée sur la fermentation du glucose, du lactose, du saccharose et sur la production de gaz et d'H<sub>2</sub>S.

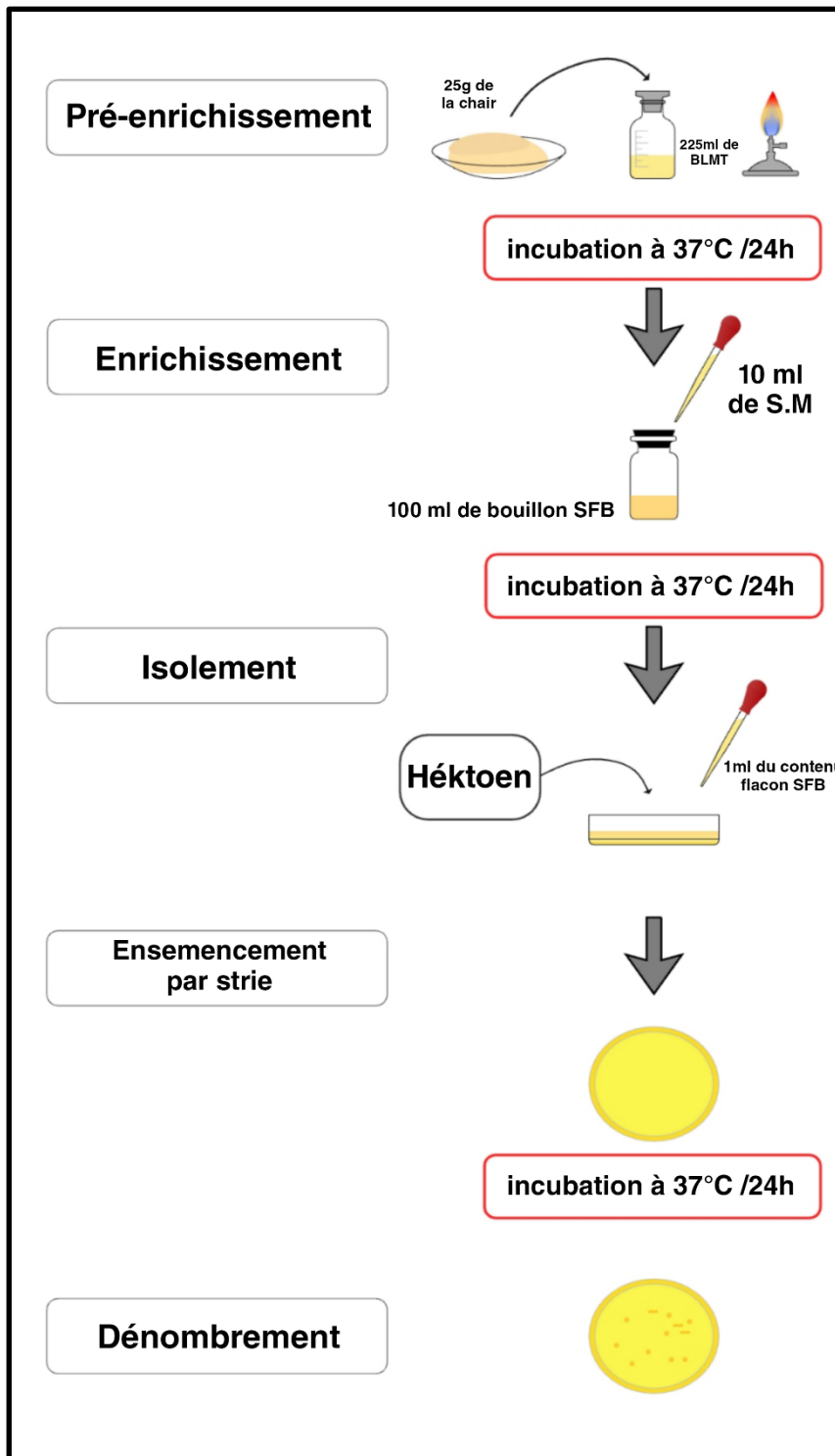


Figure 21 : Recherche des salmonelles.

**Expression des résultats**

Toutes nos recherches et analyses sont menées et interprétées selon les normes du journal officiel (JORA, 2017).

**Tableau 8 :** Critères microbiologiques applicables aux Produits de la Pêche et de l'Aquaculture (JORA, 2017).

	Plan d'Echantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g)	
	n	c	m	M
<b>Germes aérobies à 30 °C</b>	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<b>Coliformes thermotolérants</b>	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<b>Staphylocoques à coagulase+</b>	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	

**c** : nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser « m » « Tout en étant inférieur « M » sans que le lot ne soit rejet.

**n** : nombre d'unité constituant l'échantillon.

« M » et « m » représente le nombre des germes dans 1g de poisson.

**m** : seuil au-dessous duquel le poisson est de qualité satisfaisante.

**M** : seuil limite d'acceptation au-delà duquel le poisson est de qualité non Satisfaisante et considère comme toxique.

**M** : 10 m lors le dénombrement effectué en milieu solide.

**M** : 30 m lors le dénombrement effectué en milieu liquide.

Les résultats sont exprimés en nombre d'unité formant colonies par gramme, (UFC/g).



***Chapitre III***  
***Résultats***  
***et discussion***

**I. Résultats**

**I.1. Résultats des analyses bactériologiques**

Le tableau 8 présente les résultats des caractéristiques microbiologiques des trois échantillons de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) prélevés dans la ferme aquacole de Zemmora, Wilaya de Relizane. L'analyse de ce tableau a révélé d'une part, la présence des germes mésophiles aérobies totaux, de coliformes totaux et de coliformes fécaux dans toutes les unités d'échantillonnage des poissons analysés, d'une autre part, une absence totale de germes pathogènes : *E.coli*, Staphylocoques à coagulase + et les Salmonelles.

**Tableau 9 :** Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) collectés et analysés (ufc/g).

	N°	Unités	G.A.M.T	C. Fécaux	C. Totaux	<i>E. coli</i>	Staph à coagulase +	Salmonelles
Prélèvement N° :1	1	P1	$1.4 \times 10^5$	$0.3 \times 10^3$	$7 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	2	P2	$2.7 \times 10^5$	$0.33 \times 10^3$	$27 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	3	P3	$1.24 \times 10^5$	$0.5 \times 10^3$	$19.8 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	4	P4	$1.06 \times 10^5$	$0.4 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	5	P5	$1.08 \times 10^5$	$0.34 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
Prélèvement N° :2	6	P1	$1.1 \times 10^5$	$0.36 \times 10^3$	$10.9 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	7	P2	$2.5 \times 10^5$	$0.52 \times 10^3$	$25.4 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	8	P3	$1.2 \times 10^5$	$0.33 \times 10^3$	$21.1 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	9	P4	$2.6 \times 10^5$	$0.31 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	10	P5	$1 \times 10^5$	$0.56 \times 10^3$	$7 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
Prélèvement N° :3	11	P1	$2.2 \times 10^5$	$0.31 \times 10^3$	$3.4 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	12	P2	$2.7 \times 10^5$	$0.61 \times 10^3$	$10.8 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	13	P3	$1 \times 10^5$	$0.49 \times 10^3$	$9.5 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	14	P4	$0.8 \times 10^5$	$0.4 \times 10^3$	$3.6 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs
	15	P5	$0.7 \times 10^5$	$1 \times 10^3$	$5.2 \times 10^3$	Abs	Abs	Abs

### I.1.1. Résultats de dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

La flore totale peut donner une indication sur l'état de décomposition du produit et constitue de ce fait un indice de la qualité sanitaire (Anihouvi *et al.*, 2009).

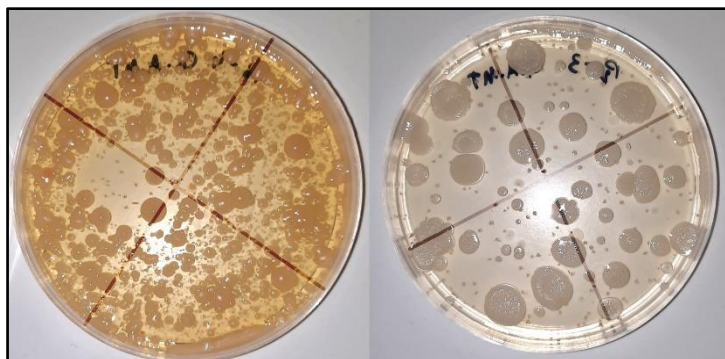


Figure 22 : Colonies des GAMT.

Les résultats de dénombrement de la flore totale au niveau de la chair des poissons des trois prélèvements réalisés durant notre période d'étude sont représentés dans le graphe suivant (Fig.23°) :

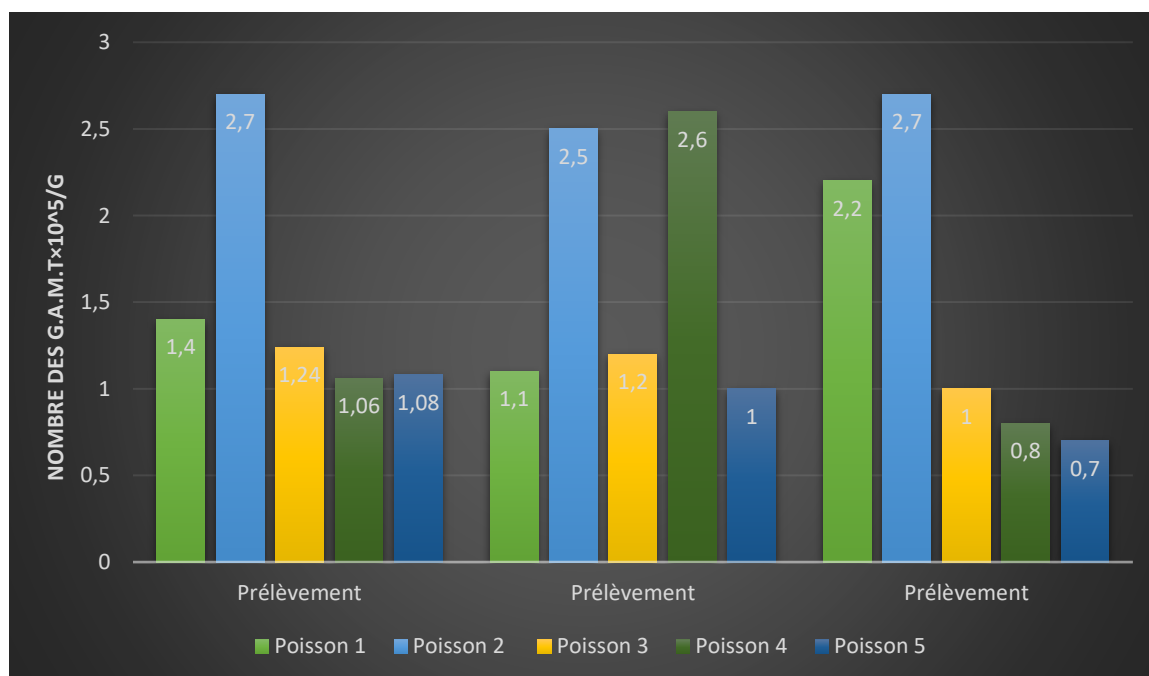


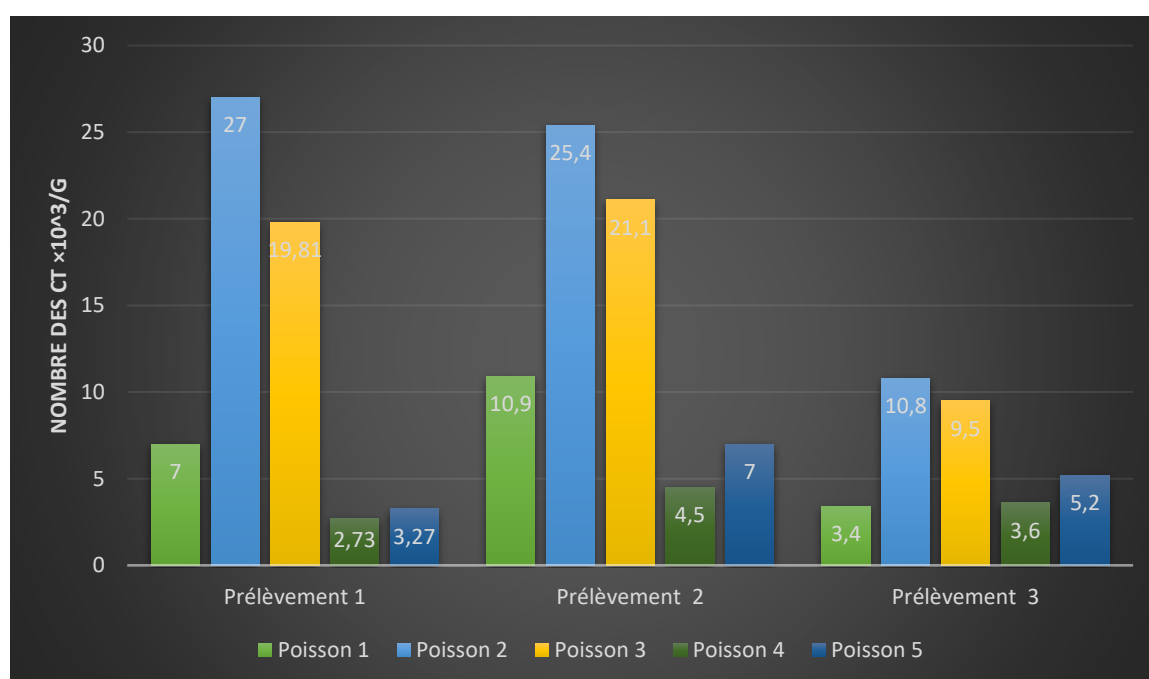
Figure 23 : Résultats du dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*).

De ce graphe, il en ressort que la flore aérobie mésophile totale est présente au niveau de tous les échantillons. Les charges microbiennes en ufc/g de l'ensemble des poissons varient de

$0,7.10^5$  pour l'unité d'échantillonnage P5 du 3<sup>ème</sup> prélèvement du 29/05/22 à  $2,7.10^5$  pour les deux unités d'échantillonnage P2 et P2 du 1<sup>er</sup> et du 3<sup>ème</sup> prélèvement du 20/03/22 et du 29/05/22 respectivement. La norme étant de  $10^6$  ufc/g. Ces résultats caractérisent la qualité satisfaisante de l'ensemble de ces poissons.

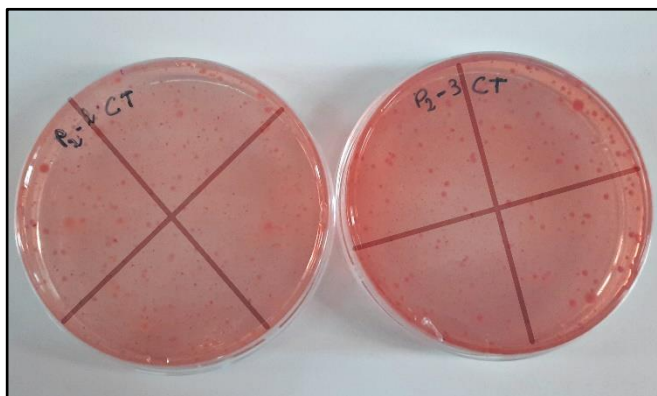
### I.1.2. Résultats de dénombrement des coliformes totaux (CT)

Les résultats de dénombrement des coliformes totaux au niveau de la chair des poissons de Tilapia rouge sont illustrés sur le graphe ci-dessous (Fig.24°) :



**Figure 24 :** Résultats du dénombrement des coliformes totaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (*Oreochromis* sp.)

La figure 24, montre une contamination totale des poissons étudiés par les coliformes totaux. Le premier prélèvement semble le plus contaminé par ces germes avec une charge microbienne maximale qui est de  $27.10^3$  ufc/g pour l'unité d'échantillonnage P2, suivi par le deuxième prélèvement pour son unité d'échantillonnage P2 qui est  $25,4. 10^3$  ufc/g. La contamination observée dans le 3<sup>ème</sup> échantillon est la moins importante.



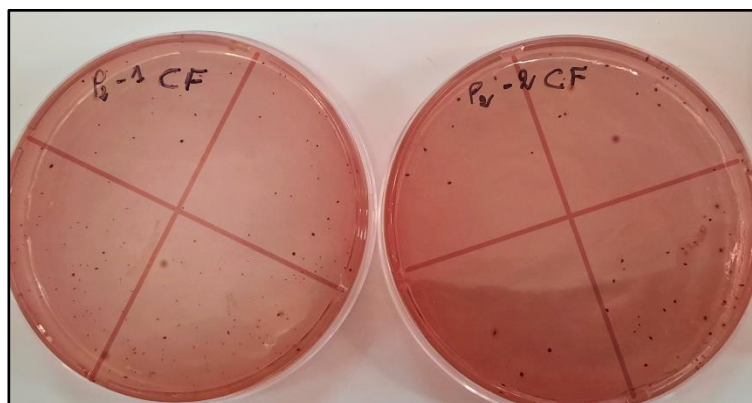
**Figure 25 :** Colonies des CT.

### **I.1.3. Résultats de dénombrement des coliformes fécaux (CF)**

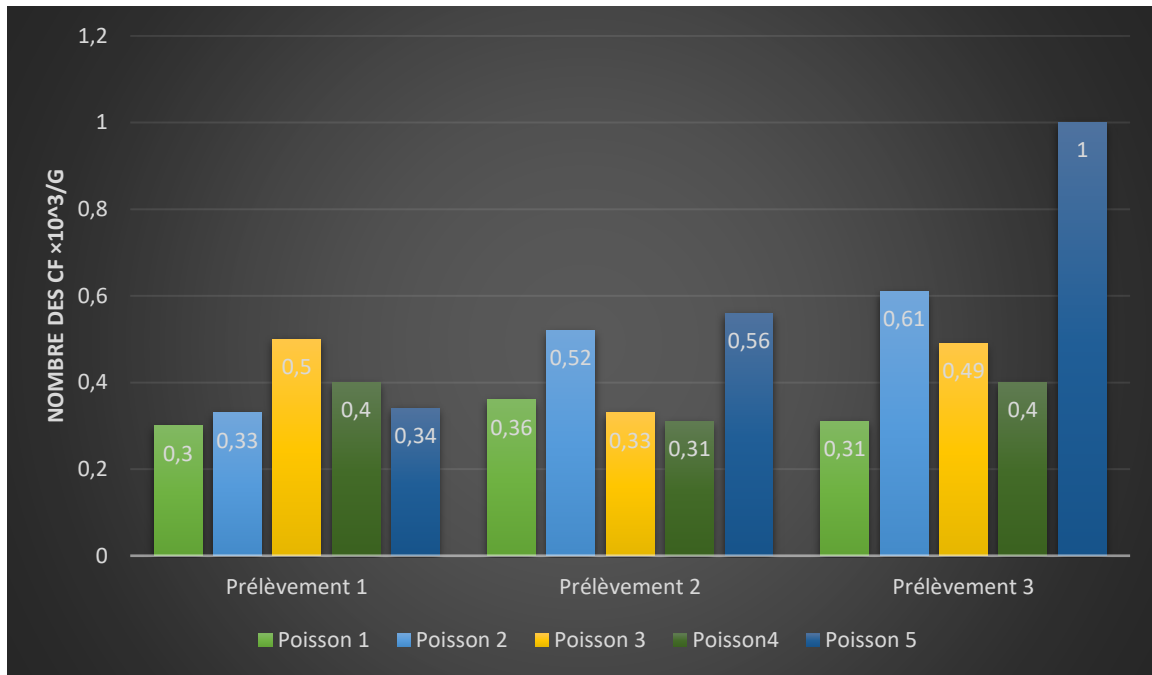
Les coliformes fécaux sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve exclusivement dans le tube digestif des humains et des animaux. Leur présence dans l'eau et dans ou les poissons indique non seulement une contamination avec les matières fécales, mais aussi la présence possible de bactéries, virus et protozoaires potentiellement pathogènes (Elmund, 1999).

De la figure 27, il en ressort que tous les échantillons de poissons analysés ont un taux élevé de coliformes thermo-tolérants. Par ailleurs, on note que le niveau de contamination des coliformes est plus élevé au niveau de du 3<sup>ème</sup> prélèvement réalisé en mois de mai avec une charge microbienne de  $10^3$  ufc/g, alors que le premier prélèvement du mois de mars est le moins contaminé (de  $0,3 \cdot 10^3$  à  $0,5 \cdot 10^3$  ufc/g).

Les résultats indiquent que 100% des échantillons de poissons analysés ont révélé une charge supérieure à la norme en vigueur (10 ufc/g de chair). De ce fait, tous les échantillons sont non conformes et impropres à la consommation.



**Figure 26 :** Colonies des CF



**Figure 27** : Résultats du dénombrement des coliformes fécaux pour les trois prélèvements du Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*)

#### I.1.4. Résultats de dénombrement des germes pathogènes

En ce qui concerne les bactéries pathogènes recherchées : *E.coli*, Staphylocoques à coagulase + et les Salmonelles, et après les tests de confirmation, les analyses microbiologiques effectuées ont révélé leur absence totale dans tous les poissons des trois prélèvements étudiés.

## II. Discussion

Dans l'ensemble, les échantillons des poissons d'eau douce Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) analysés se sont révélés de qualités microbiologiques non satisfaisantes.

Les résultats d'analyse microbiologique ont révélé que les « poissons » sont essentiellement contaminés par les germes mésophiles aérobies totaux (FMAT), mais à des taux qui ne dépassent pas les normes fixées par « l'arrêté interministériel du 2 Muharram 1438, correspondant au 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires (JORA, 2017). Ceci renseigne sur un défaut d'hygiène des étangs de production, de l'eau d'élevage, mais également sur l'insalubrité de l'environnement extérieur auquel les poissons sont continuellement exposés. Selon Djinou (2001), les GAMT sont des germes « test d'hygiène » du fait qu'ils rendent compte de l'hygiène générale ou d'une conservation inefficace.

Nourdine Said (2017), en étudiant la qualité microbiologique des poissons frais d'eau douce vendus dans la commune urbaine d'Antananarivo, a constaté une présence d'un grand nombre de flore totale qui dépasse  $8,4.10^6$  ufc/g, ce qui rend les poissons analysés de qualité insatisfaisante, cela est tout à fait contradictoire avec nos résultats.

Par ailleurs, les charges des coliformes totaux ont varié jusqu'à  $27.10^3$  ufc/g pour le premier prélèvement et de  $2,7. 10^3$  ufc/g pour le même prélèvement.

Les germes de contaminations fécales représentés par les coliformes fécaux sont également supérieurs aux critères de référence qui est de 10 ufc/g. Les valeurs de coliformes totaux et de coliformes fécaux obtenues dans la présente étude sont bien inférieures à  $2,5.10^4$  ufc/g et  $2,9.10^4$  ufc/g respectivement, obtenus par le même auteur cité précédemment.

La forte contamination des poissons par les coliformes thermo-tolérants peut constituer un problème de santé publique dans la mesure où ces germes peuvent être des bactéries de report de contamination (Huss, 1995) qui peuvent se révéler parfois très pathogènes, et qui peuvent résister dans les poissons tout en constituant un maillon de la chaîne alimentaire de ces derniers. Une autre raison du risque sanitaire lié aux coliformes thermo-tolérants est la production de l'histamine, une amine biogène résistante à la chaleur et toxique pour l'homme (Sitti, 2001). Selon Bornert (2000), les coliformes thermo-tolérants constituent des germes de contamination fécale et sont donc des indicateurs des mauvaises conditions d'hygiène lors de la manipulation des denrées. Leur présence dans nos échantillons peut être expliquée par la contamination des eaux alimentant les bassins d'élevage du Tilapia rouge (*Oreochromis sp.*) par les matières fécales déjectées par les animaux et les oiseaux, vu que ces bassins sont non couverts.

Les résultats d'analyses des échantillons n'ont pas révélé la présence des germes pathogènes tels que *E.coli*, *Salmonella* et les Staphylocoques à coagulase +. Cependant, nos résultats convergent de ceux notés par : Benkirate et Moumeni (2015) qui ont isolé de l'*Escherichia coli* dans toutes les parties de corps du carassin étudiées (branchie, mucus et chair).

*E. coli* a été détecté pendant les 2 mois d'études avec des valeurs comprises entre  $0.13.10^2$  et  $5.10^2$  ufc/g au niveau des branchies, entre  $0.3.10^2$  et  $6.10^2$  ufc/cm<sup>2</sup> au niveau du mucus, et entre  $0.02.10^2$  et  $0.2 \times 10^2$  ufc/g au niveau de la chair ; en se référant aux normes de salubrité des poissons (max :10 ufc/g) (Jouve, 1996), les teneurs d'*E. coli* peuvent constituer un problème sanitaire sérieux. La contamination, en germes pathogènes : *Staphylococcus aureus* a été notée en février ; les prélèvements des carassins analysés recèlent la présence des teneurs très inquiétantes. Ce qui est différent avec nos résultats. Cependant, nos résultats sont similaires à

ceux relevés par Houcine (2017) ayant rapportés l'absence des germes de contamination et/ou espèces pathogènes dans le Tilapia du Nil.

Les germes de *salmonella* n'ont pas été trouvés dans nos échantillons, le même résultat a été constaté par Oladipo et Bankole (2013) en recherchant la qualité microbiologique du poisson frais et fumé des deux espèces de *Clarias gariepinus* et *Oreochromis niloticus*. Selon ces derniers, une des raisons de l'absence des salmonelles dans les échantillons analysés peut être liée aux méthodes de recherches simplifiées. Ainsi donc, la recherche de ces germes par la méthode classique peut être négative, alors qu'il y en a réellement dans l'échantillon.

Joseph Addo Ampofo et Clerk (2010), ont trouvé des Salmonelles dans les intestins, les branchies et le muscle de Tilapia dans une aquaculture à Ghana



***Conclusion générale  
et  
Recommandations***

### **Conclusion générale**

Le poisson constitue une source importante de protéines animales. Il est caractérisé par une diversité d'espèces très importante et une hétérogénéité des microflore autochtones dont la composition est essentiellement liée à l'origine des poissons et à leur environnement.

La présente étude a consisté à évaluer la qualité microbiologique de Tilapia rouge dite Hybride (*Oreochromis sp.*), élevée dans la ferme aquacole de la ville de Zemmora, Wilaya de Relizane.

Les analyses microbiologiques effectuées montrent la présence des germes tels que : la Flore Mésophile Aérobie Totale à des taux de contamination respectant les critères normatifs, et la présence également de germes de contamination fécale : Coliformes Totaux et Coliformes fécaux à des taux qui dépassent les normes en vigueur.

L'absence de germes pathogènes tels que : *E.coli*, Staphylocoques à coagulase + et de Salmonelles a été signalée.

Selon les résultats obtenus, les poissons analysés sont de qualité microbiologique insatisfaisante, donc impropres à la consommation.

La présence des germes de contamination fécale (CT et CF) est un indicateur de dangers ou de risque pour la santé du consommateur ce qui conduit à la recommandation du respect des clauses du guide des bonnes pratiques d'hygiène afin de garantir la qualité des produits finis avant leur exposition dans les locaux de vente aux consommateurs.

Au vu de tous ces résultats obtenus, nous formulons les recommandations suivantes afin d'améliorer la qualité microbiologique des poissons produits et vendus sur le marché national.

#### **a) - Aux autorités compétentes :**

- Mettre en place un programme d'assainissement des sites de production ;
- Approvisionner les sites de production en eau potable ;
- Sensibiliser et former les producteurs et les manipulateurs de poissons en bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de fabrication.

**b) - Aux professionnels :**

- Se conformer à la réglementation en vigueur en matière de production, de manutention et de mise sur le marché des denrées alimentaires d'origine animale ;
- Construire des bassins d'élevage conformes aux normes ;
- Protéger les sites et les bassins d'élevage des poissons contre les nuisibles et les animaux errants ;
- Utiliser la matière première de bonne qualité (l'alimentation)

*Références  
bibliographiques*

**Abotchi, K. (2010).** Evaluation de la qualité microbiologique des poisson fumés artisanalement au Togo. Mémoire de Master II, p2.

**Allanson B.R et Noble R G. (1984).** La tolérance de *Tilapia mossambica* aux fortes températures. Trans. Poisson. Soc., 93, p323-332.

**Allanson B.R., Noble R.G., (1964).** - The tolerance of *Tilapia mossambica* (Peters) to high temperature. Trans. Am. Fish. Soc., 93: 323–332.

**Anihouvi VB, Sakyi-Dawson E, Ayernor G.S, Hounhouigan JD. (2009).** Biochemical changes and aroma development during the spontaneous fermentation of cassava fish into lanhouin and their influence on product acceptability. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **18**: 370-384

**Azaza Mohamed Salah & Kraïem M. M. (2007).** Etude de la tolerance a la température et a la salinite chez le tilapia du nil *oreochromis niloticus* (1.) élevé dans les caux geothermales du sud tunisien, bull. inst. natn, scien. Tech. Mer de salammbo, Vol. 34.

**Bard J., de Kimpe P., Lemasson J., Lessent P. (1974).** Manuel de pisciculture tropicale. Centre technique forestier tropical. 209p.

**Bard, E., Efron, D., Marcus, A. et Perry, R.P. (1974).** Cellule 1, 101.

**Barnabé, G. (1991).** Bases biologiques et écologiques de l'Aquaculture, Technique et documentation. Lavoisier, p: 500.

**Baross J. et Liston J. (1970).** Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* and related *haemolytic vibrios* in marine environments of Washington State. Appl. Microbiol, 20 :179 – 186.

**Benammar I. (2017).** Suivie de la croissance du loup de mer et la dorade d'élevage (cas de la ferme aquacole d'Ain Türk. Wilaya d'Oran. Mémoire de master, université de Tlemcen ;16-17p.

**Berdjeb L. et Jacquet S. (2009).** La virosphère: quelle place dans le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes aquatiques (partie 1)? Virol., 13 (3), 133-143.

**Bernstein, A.S., Oken, E., de Ferranti, S., Council on Environmental Health & Committee on Nutrition. (2019).** Fish, Shellfish, and Children's Health: An Assessment of Benefits, Risks, and Sustainability. *Pediatrics*, 143(6): e20190999. Erratum in *Pediatrics*, 144(4): e20192403. (also available at <https://pediatrics.aappublications.org/content/143/6/e20190999>).

**Bibliomer. (2009).** Bactéries lactiques et applications alimentaires - Les produits de la mer. IFREMER. [Http://bibliomer.ifremer.fr/consult.php?ID=2009-4987](http://bibliomer.ifremer.fr/consult.php?ID=2009-4987).

**Bornert G. (2000).** Intérêt et limites des analyses microbiologiques des denrées dans une stratégie de maîtrise de la sécurité des aliments : cas de la restauration collective. *Bulletin Vét. France*, **153** : 433-442.

**Bourgeois C.M. et 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. -454p.

**Chapman A. (2003).** Culture of hybrid *Tilapia*: reference profile. IFAS extension. University of Florida. Edis :86p

**Charo-Karisa H., Komen H., Rezk M.A., Ponzoni R.W., Van-Arendonk J.A.M., Bovenhuis H. (2006).** Heritability estimates and response to selection on growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in low-input earthen ponds. *Aquaculture*, 261 :479-486.)

**Cheret R. (2005).** Effet des hautes pressions sur les indicateurs de maturation de la viande et d'altération du muscle de poisson. Thèse de doctorat. Université de Nantes. 176p.

**Chéret R., Delbarre-Ladrat C., Verrez-Bagnis V. & de Lamballerie M. (2005).** Influence des hauts traitements de la pression sur le système protéolytique dépendant du calcium calpaïne-calpastatine dans le muscle du poisson. Trends in High Pressure Protein Sciences Workshop européen COST D30, Montpellier, Septembre 2005.

**Cherif, I. et Djoumakh, F. (2015).** Contribution à l'étude de la valeur alimentaire de l'espèce *Tilapia du Nil* « *Oreochromis niloticus* » (Ingéniora t) ENSSMAL, alger.

**Chowdhury D. K., (2011).** Optimal feeding rate for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). MSc thesis. Department of Animal and Aquacultural Sciences, Norwegian University of Life Sciences, Pp76.

**Dergal, N. B. (2015).** Evaluation des systèmes de management de la sécurité et de la qualité de l'aquaculture du tilapia du Nil « *Oreochromis niloticus* » dans l'Ouest algérien. Université d'Oran, Oran. Récupéré de <http://orbi.ulg.be/handle/2268/181667>.

**Dexter, B. (2012).** Essor l'aquaculture et défis de durabilité. (2012, 12 October). World Bank. Geraadpleegd op 2 julli 2022, van <https://www.banquemoniale.org/fr/news/feature/2012/02/23/aquacultures-role-on-the-rise-though-challenges-remain>.

**Dhaouis S. (1994).** Aspects sanitaires particuliers des produits de la pêche. Recherche de germes pathogènes dans les aliments. Paris, ENV, Service biologie marine, *Aquaculture*, 132p.

**Djinou HPAB. (2001).** Etude de la qualité microbiologique du poisson fumé artisanalement en Côte d'Ivoire et destiné à l'exportation. Thèse : Méd. Vét : Dakar; 23.

**Dmechai BD. (2022).** Campus numérique de l'Université Larbi Tebessi: Se connecter sur le site. [univ-tebessa.dz](http://univ-tebessa.dz). Geraadpleegd op 25 Juni 2022, van <http://e-learning.univ-tebessa.dz/moodle/login/index.php?id=8454>.

**Du Bien-Être, R. (2016, 15 juni).** *Top 8 des poissons/fruits de mer contenant le plus de protéine*. Le blog bien-être : Santé, fitness, tests, massage, relooking beauté ., de <https://blog.rue-du-bien-etre.com/super-liste-poissons-proteine/>

**Elmund GK ; Allen MJ et Rice EW. (1999).** Comparaison of *Escherichia coli*, total coliform and fecal coliform population as indicators of wastewater treatment efficiency. *Water Environ. Research*, V.71, n° 03.

**FAO. (2002).** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2002.

**FAO. (2004).** Circulaire sur les pêches et l'aquaculture no.1176. Rome.112 pp.

**FAO. (2004).** The state of food insecurity in the world. Rome.

**FAO. (2006).** Profil des pêches et de l'aquaculture par pays; vue générale du secteur des pêches nationales FAO/FIR/CP/BEN p 42.

**FAO. (2012).** The State of world fisheries and aquaculture, 2012. (2013). *Choice Reviews Online*, 50(10), 50–5350. <https://doi.org/10.5860/choice.50-5350>.

**FAO. (2014).** the state of world fisheries and aquaculture, opportunities and challenges. food and agriculture organization of the United Nations, rome, 2014. 223 pp.

**FAO. (2018).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Résumé.CA0191FR /1 /07.18.

**FAO. (2018).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Résumé.CA0191FR /1 /07.18.

**FAO. (2018).** Le développement de l'aquaculture en Algérie en collaboration avec la FAO – Bilan 2008-2016.

**FAO. (2020).** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Atteindre les objectifs de développement durable. Rome.

**Findus. (2022).** Le poisson : source de protéines. Findus. Geraadpleegd op 23 juni 2022, van <https://www.findus.fr/findus-vous-accompagne/nutrition-et-sante/tout-sur-le-poisson/poisson-source-proteines#:~:text=Les%20poissons%20gras%2C%20riches%20en,bon%20fonctionnement%20de%20l'organisme.>

**Goueu B.B. (2006).** Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fume en Côte d'ivoire et destiné à l'exportation. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar, Université Cheik Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal, 137 pages.

**Gram L. (1987).** Spoilage of three Senegalese fish species stored in ice and at ambient temperature. Paper presented at SEAFOOD 2000 in Halifax, Canada.

**Harnisz M., S.Tucholski. (2010).** Microbial quality of common carp and pikeperch fingerlings cultured in a pond fed with treated wastewater. Ecological Engineering, 36: 466-470.

**Huss H. (1995).** Safety of Seafoods. FAO: Rome; 63p.

**Huss, H. H. (1995).** Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper 348. Rome, 195 p.

**Huss, H.H., Reilly, A. & Karim Ben Embarek, P. (2000).** Prévention et contrôle des dangers dans les produits de la mer. Contrôle des aliments, 11(2) : 149–156.

**ISO 4832 (1991).** Microbiologie- Directives générales pour le dénombrement des coliformes -- Méthode par comptage des colonies. 5 pages

**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. 5p

**ISO 6579-1. (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des Salmonella — Partie 1: Recherche des Salmonella spp. Première édition : 02. 5p.

**ISO 6887-1. (2017).** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique — Partie 1 : Règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales. Deuxième édition : 03. 6p.

**ISO 6888-1 (2021).** Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) — Partie 1: Méthode utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker. 2ème édition. 22p.

**Joseph Adoo Ampofo and Clerk GC. (2010).** Diversity of bacteria contaminants in tissues of fish cultured in organic waster-fertilized ponds: Health Implications ; Open access ; The open fish Science Journal. V. 3, 142-146 ;

**Karali A et Echikh F. (2004).** L'Aquaculture en Algérie, Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral :4-5p.

**Labres E., D.Azizi, B.Boudjellab. (2006).** Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux : Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie. P: 35-40.

**Larkin, P.A. (1991).** Mariculture and fisheries: future prospects and partnerships. In The ecology and management aspects of extensive mariculture. A symposium held 20–23 June 1989 in Nantes, France, edited by S.J. Lockwood. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea. ICES Mar.Sci.Symp., (192):6–14.

**Leroi F. (2002).** La microbiologie du saumon fumé à froid : aspects hygiéniques et qualité. Revue générale du froid (1028) : 35 – 40.

**Leveque C.and Paugy D. (1984).** Guide des poisons d'eau douce de la zone du programme de lutte contre l'onchocercose en Afrique del'Ouest. orstom-oms,381p.

**Mechai, A., Debabza, M., Fares, R., Metrouh, R., & Amra, A. (2020).** antibiotic susceptibility pattern and phenotypic characterization of extended-spectrum-betalactamase-producing enterobacteriaceae isolated from various clinical samples. Environmental Engineering and Management Journal, 19(12), 2139–2146.

**Moralee, R D. Bank, F H.et & Waal, BCW. (2000).** Biochemical genetic markers to identify hybrids between the endemic *Oreochromis mossambicus* and the alien species *O.niloticus* (Pisces :Cichlidae ) .s .l. : Water S A ,2000 .Vol. 26 .0378 - 4738.

**Mozaffarian, D. & Rimm, E.B. (2006).** Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. JAMA, 296: 1885–99.

**Nandlal, S., & Pickering, T. (2004).** *Tilapia* Hatchery Operation. *Tilapia* fish farming in Pacific Island countries, 1, 6.

**NF V08-060. (1996).** Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 degrés Celsius - Méthode de routine. 10p.

**Nouridine Said M. (2017).** Etude de la qualité microbiologique des poissons frais d'eau douce vendus dans la commune urbaine d'antananarivo. Mémoire de Master. Université d'antananarivo. 35p.

**Oladipo I. C et Bankole S. O. (2013).** Nutritional and microbial quality of fresh and dried *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*. Int. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Res., Vol. 1,1 – 6.

**Pillay, T. V. R. (1990).** Aquaculture principles and practices (p. 575). Blackwell Science, Oxford, UK: Fishing News Books.

**Rodier J. (1996).** L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux de Mer. 8ème édition. Dunod. P : 135-160.



**Sandayigaya E., J.Debevere, H.Deelstra. (1990).** Apréciation et amélioration de la qualité bactériologique du poisson commercialisé au Burundi. Cas de *Stolothrissatanganicae* et *Liciolatesstappersii*. *Tropicultura*, 8, 2: 64-68.

**Schmidt, U.W. (1982).** Selected socio-economic aspects of coastal aquaculture in tropical regions with respect to planning and implementation. CIFA Tech. Pap., (9) :129-41.

**Shewan, J. M (1977).** The bacteriological of fresh and spoilage fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In: Proceeding of the Conference on Handling, Processing and Marketing of tropical fish, Tropical Products Institute, London, pp 51-66.

**Sitti AH. (2001).** Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité bactériologique des produits de la pêche de 1997-2000. Thèse : Méd. Vét : Dakar ; 17.

**Trewavas E. (1983).** Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum Natural History, London, UK .583pp.

**Trewavas, E. (1983)** Poissons tilapine des genres *Sarotherodon*, *Oreochromis* et *Danakilia*. London British Museum (Histoire naturelle), 583 p.

**Varadaraj K., Sindhu Kumari, S., and Pandian, T. J. (1994).** Comparison of condition shormonal sex reversal of Mozambique Tilapias. *Progressive Fish-cutlturist* 56 : 81-9

**Varadaraj, K., Kumari, S.S. et Pandian, T.J. (1994).** Comparaison des conditions d'inversion sexuelle hormonale des tilapias du Mozambique. *Programme. Culture de poissons.* 56, 81-90.

**Wokoma, K. and I.E. Marioghae. (1996).** Survival of *Tilapia guineensis* under conditions of low dissolved oxygen and low pH, p. 442-448. In R.S.V. Pullin, J. Lazard. M. Legendre, J.B. Amon Kothlas and D. Pauly (eds.) *The Third International Symposium on Tilapia in Aquaculture.* ICLARM Conf. Proc. 41, 575 p.

***Annexe***

**Les compositions des milieux de culture (g/l)**

**Pour 1 litre de milieu :**

**La gélose PCA**

Peptone de caséine .....	5,00g
Extrait de levure .....	2,50 g
Glucose .....	1,00 g
Agar .....	15,00 g

pH 7,2

**Eau Petonée**

Peptone exempte d'indole .....	15g
Chlorure de Sodium .....	5g

pH 7,2

**Gélose VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar)**

Peptone .....	7,0 g
Extrait de levure .....	3,0 g
Lactose .....	10,0 g
Chlorure de sodium .....	5,0 g
Mélange de sels biliaires.....	1,5 g
Rouge neutre .....	0,03 g
Cristal violet .....	0,002 g
Agar-agar .....	13,0 g

pH 7,4

**Bouillon de Giolitti et Cantoni**

Tryptone .....	10,0 g
Extrait de levure .....	5,0 g
Extrait de viande .....	5,0 g
Glycine .....	1,2 g
Chlorure de sodium .....	5,0 g
Chlorure de lithium .....	5,0 g
D (-) Mannitol .....	20,0 g
Pyruvate de sodium .....	3,0 g
Tween 80 .....	1,0 g

pH final  $6,9 \pm 0,2$

**Sélénite-Cystine – Bouillon (SFB)**

Tryptone .....	5,0
Lactose .....	4,0
Phosphate disodique .....	10,0
Sodium sélénite .....	4,0
L-Cystine .....	0,010

pH  $7,0 \pm 0,2$

**Gélose- Glucose – Lactose –Saccharose – H<sub>2</sub>S (Ou milieu TSI)**

Extrait de viande de boeuf .....	3 g
Extrait de levure .....	3 g
Peptone .....	20 g
Chlorure de sodium .....	5 g
Citrate ferrique .....	0,3 g
Thiosulfate de sodium .....	0,3 g
Lactose .....	10 g
Glucose .....	1 g
Saccharose .....	10 g
Rouge de phénol .....	0,05 g
Agar.....	12 g

pH=7,4

**La gélose Baird-Parker**

Peptone pancréatique de caséine.....	10,0 g
Extrait de viande.....	5,0 g
Extrait de levure.....	2,0 g
Pyruvate desodum.....	10,0 g
Glycocolle.....	12,0 g
Chlorure de lithium.....	5,0 g
Agar.....	14,0 g

pH 7,2

**Composition gélose Hektoen**

Protéose-Peptide .....	12,0 g
Extrait de levure .....	3,0 g
Chlorure de sodium .....	5,0 g
Thiosulfate de sodium.....	5,0 g
Sels biliaires .....	9,0 g
Citrate ferrique ammoniac .....	11,5 g
Salicine .....	2,0 g
Lactose .....	12,0 g
Saccharose .....	12,0 g
Fuchsine acide .....	0,1g
Bleu de bromothymo.....	0,065g
Agar .....	14,0 g

pH 7,5