

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

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



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur en Sciences  
de la Mer  
Spécialité : Aquaculture

Evaluation de la qualité Organoleptique, Hygiénique et  
Nutritionnelle du Tilapia (*Oreochromis sp.*) de deux fermes  
aquacoles.

Réalisé par : BELAROU I Abir

Soutenu le 30 – 06 – 2022 devant la commission de jury :

Mme. MAOUEL DJ.	Maitre de conférences B	ENSSMAL	Présidente
Mme. MESLEM N.	Maitre de conférences B	ENSSMAL	Examinatrice
Mme. HALLADJ F.	Maitre de conférences B	UMBB	Examinatrice
Mme. AL AMIR H.	Maitre de recherche	IPA	Promotrice
Mme. AMROUCHE L.	Maitre Assistante A	ENSSMAL	Co-promotrice
Mme. SAIBI N.		IPA	Invitée

Année Universitaire : 2021/2022

Puisse le poisson d'élevage être dans  
toutes les assiettes ;  
Puisse la faim  
disparaître du monde.

A mon grand-père Elhadj, mes parents, frères et sœurs et mes cher(e)s ami(e)s.

**Remercîments :**

*Avant tout, je remercie « Allah » le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science et qui m'a donné le courage ; la volonté et la patience pour réaliser ce travail.*

*Mes Remerciement les plus vifs s'adressent à :*

*Mme. AL AMIR Hanane, en tant que promotrice pour son encadrement. Et Mme. AMROUCHE Lynda en tant que Co-promotrice de m'avoir proposé ce sujet, elles ont toujours été à l'écoute tout au long de la réalisation de ce mémoire. Je tiens à vous remercier pour la confiance et pour la grande liberté que vous m'avez accordé dans mes recherches, et qui m'a permis d'acquérir l'autonomie nécessaire pour arriver à ce stade, je vous remercie encore pour cette confiance.*

*A tout le personnel de l'Institut Pasteur DelyIbrahim en particulier Mme. SAIBI Nadjat et Mr. AZIZI Djamel pour le temps, aide et efforts qui m'ont accordé dans le laboratoire.*

*Au personnel et aux ingénieurs de laboratoire de l'ENSSMAL qui ont contribué au bon déroulement de ce travail en particulier Mme. GUEROUMI Houda et Mr. HENNICHE Hassen*

*Je remercie également Mme. MAOUAL d'avoir aimablement présidé le jury et d'apporter ses remarques à ce travail.*

*Un énorme merci à Mme. MESLEM et Mme. HALLADJ d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.*

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Production du Tilapia en Algérie (2008-2020) (FAO, 2022).....	5
<b>Figure 2</b> : Caractéristique morphologique spécifiques d' <i>O. niloticus</i> .....	9
<b>Figure 3</b> : La qualité et ses caractéristiques intrinsèques .....	16
<b>Figure 4</b> : Préparation de la solution mère ; a : STOMACHER.....	24
<b>Figure 5</b> : Préparation des dilutions décimales à partir de la solution mère.....	25
<b>Figure 6</b> : Protocole Dosage de l'ABVT et du TMA.....	32
<b>Figure 7</b> : Four à moufle.....	34
<b>Figure 8</b> : Protocole de Dosage des lipides par la méthode de Folch (Folch, et al., 1957).....	36
<b>Figure 9</b> : Protocole de Dosage des protéines par la méthode du Biuret .....	37
<b>Figure 10</b> : Tilapia rouge ( <i>O. sp.</i> ).....	39
<b>Figure 11</b> : Colonies de FMAT présentent dans la chair du Tilapia des deux fermes .....	42
<b>Figure 12</b> : Colonies de coliformes totaux .....	42
<b>Figure 13</b> : Colonies des coliformes Thermotolérants .....	43
<b>Figure 14</b> : a, b : colonies de Staphylococcus c :test de coagulase négatif .....	44
<b>Figure 15</b> : Recherche et dénombrement des salmonelles ; .....	45

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : La composition chimique et les valeurs nutritionnelles du Tilapia ( <i>O. niloticus</i> ) (NUTRAQUA, 2022).....	6
<b>Tableau 2</b> : Différents seuils de températures optimales et létales pour le tilapia ( <i>O. niloticus</i> ) .....	13
<b>Tableau 3</b> : Plan d'échantillonnage.....	22
<b>Tableau 4</b> : Résultats de l'analyse sensorielle du Tilapia des deux fermes .....	40
<b>Tableau 5</b> : Caractères biochimiques des salmonelles sur les tubes TSI .....	44
<b>Tableau 6</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la Ferme 1 .....	47
<b>Tableau 7</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la Ferme 2 .....	47
<b>Tableau 8</b> : Normes d'ABVT et du TMA.....	48
<b>Tableau 9</b> : Valeurs de l'ABVT et du TMA enregistrées dans la présente étude.....	48
<b>Tableau 10</b> : Résultats de la lecture au spectrophotomètre à 545nm des échantillons .....	50
<b>Tableau 11</b> : Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse nutritionnelle comparés à la bibliographie.....	51

## **Liste des abréviations :**

**ABVT** : Azote Basique Volatile Total

**BSA** : Bovine Serum Albumin

**CE** : Cotation Européenne

**FMAT** : Flore Aérobie Mésophile Totale

**FAO** : Food and Agriculture Organisation

**JORADP** : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique Populaire

**IPA** : Institut Pasteur Algérie

**ISO** : International Standard Organisation

**LDC** : Lysine Décarboxylase

**LS** : Longueur Standard

**PCA** : Plate Count Agar

**PT** : Protéines Totaux

**QIM** : Quality Index Method

**RPF** : Rabbit Plasma Fibrinogène

**SFB** : Bouillon au Sélénite de Sodium

**TDA** : Tryptophane Désaminase

**TMA** : Triméthylamine

**TSI** : Triple Sugar Iron

**ODC** : Ornithine Décarboxylase

**ONPG** : Ortho-Nitro-Phényl-Galactoside

**OTMA** : Oxyde de triméthylamine

**UFC** : Unité Formant une Colonie

# *Sommaire*

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Listes des abréviations

## *INTRODUCTION*

### *CHAPITRE I : GENERALITES*

1	Aperçu général sur la production du Tilapia en Algérie .....	4
1.1	Origine et Historique d'introduction du Tilapia en Algérie .....	4
1.2	Production du Tilapia en Algérie .....	4
1.3	Valeur nutritionnelle du Tilapia .....	5
2	Présentation de l'espèce étudiée .....	7
2.1	Description générale et caractéristiques morphologiques .....	7
2.2	Taxonomie et Position systématique .....	9
2.3	Biologie et écologie de l'espèce .....	10
2.3.1	Biologie .....	10
2.3.1.1	Croissance et taille commerciale .....	10
2.3.1.2	Reproduction .....	10
2.3.1.3	Régime alimentaire .....	11
2.3.2	Ecologie .....	12
2.3.2.1	Température .....	12
2.3.2.2	Oxygène dissous (O <sub>2</sub> ) .....	13
2.3.2.3	Salinité .....	13
2.3.2.4	Potentiel Hydrogène (pH) .....	14
2.3.2.5	Composés azotés .....	14
3	Les différents systèmes de production piscicole .....	14
4	Méthodes d'analyse et d'évaluation de la qualité .....	15
4.1	La qualité organoleptique .....	16
4.2	La qualité hygiénique .....	17
4.3	La qualité nutritionnelle .....	19

## *CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES*

1	Plan d'échantillonnage .....	22
2	Techniques d'évaluation de la qualité.....	22
2.1	Test de fraîcheur « examen organoleptique » .....	22
2.2	Détermination de la qualité hygiénique .....	23
2.2.1	Analyse microbiologique .....	23
2.2.2	Analyse chimique .....	31
2.2.2.1	Dosage de l'azote basique volatile total (ABVT) .....	31
2.2.2.2	Dosage de la triméthylamine (TMA) .....	32
2.3	Détermination de la composition chimique globale et de la valeur nutritionnelle ...	33
2.3.1.1	Détermination de la teneur en eau .....	33
2.3.1.2	Détermination de la teneur en cendres .....	33
2.3.1.3	Dosage des lipides totaux .....	35
2.3.1.4	Dosage des protéines totales .....	35

## *CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION* ..... 38

1	Détermination de la qualité sensorielle du Tilapia .....	39
2	Détermination de la qualité hygiénique .....	41
2.1	La qualité microbiologique .....	41
2.2	La qualité chimique .....	48
2.2.1	Le Taux d'ABVT et de la TMA .....	48
3	Détermination de la qualité nutritionnelle .....	49
3.1	La teneur en eau .....	49
3.2	Teneur en cendres .....	49
3.3	Teneur en protéines .....	49
3.4	Teneur en lipides .....	50

## *CONCLUSION*

## *BIBLIOGRAPHIE*

## *ANNEXES*

## INTRODUCTION

L'élevage des tilapias connaît, depuis 1980, un taux de croissance continu et important, leurs caractéristiques biologiques et zootechniques sont particulièrement adaptées à l'élevage : grande rusticité, reproduction spontanée en captivité, régime alimentaire peu exigeant en protéines et une plasticité vis-à-vis des systèmes d'élevage.

Tirant profit de ces caractéristiques, des technologies simples et peu coûteuses furent mise au point, accessible à de « petits » entrepreneurs, permettant à l'aquaculture de ce poisson de connaître des développements spectaculaires dans certains pays où les conditions sont favorables comme l'Algérie surtout en zone saharienne dont la température de l'eau et la salinité stimulent sa croissance et sa reproduction.

Le poisson est une denrée très intéressante du point de vue nutritionnelle, il représente une source de protéines et de lipides pour l'alimentation humaine, notamment dans les pays en développement, et sa consommation est recommandée pour ses effets bénéfiques sur la santé. En effet, il constitue la principale source d'acides gras polyinsaturés à longue chaîne dans l'alimentation humaine. Cependant le manque de cette ressource à cause de la surexploitation des ressources marines fait de l'aquaculture, notamment la tilapiculture une réponse aux besoins de la demande nationale (DERGAL, 2015).

Le but de cette étude est d'évaluer la qualité du tilapia issu de deux fermes aquacoles de la région centre du pays en analysant trois aspects : la qualité organoleptique, la qualité hygiénique et la qualité nutritionnelle.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre décrit l'espèce étudiée et quelques généralités sur les méthodes d'évaluation de la qualité du poisson ;
- Le deuxième chapitre est consacré à la description de la procédure d'échantillonnage qui a été effectuée conformément à la réglementation en vigueur (JORADP, 2017), et décrit les protocoles expérimentaux adoptés pour l'évaluation de l'état de fraîcheur qui a été entreprise en accord avec la Cotation Européenne (CE) intégrant la Méthode de L'indice de Qualité (QIM) ;

La qualité hygiénique qui comprend les indicateurs de contamination fécale, les germes pathogènes dont les Salmonelles et les Staphylocoques à coagulase + ainsi que les produits de la dégradation de protéines tels que l'Azote basique volatile total (ABVT) et la triméthylamine (TMA). Enfin les méthodes de détermination de la composition chimique globale en été décrit en vue de l'évaluation de la valeur nutritionnelle.

- Le troisième chapitre est dédié à la présentation des résultats et aux interprétations.
- La conclusion est une réflexion qui dégage les points forts de notre étude et énonce des perspectives de recherche et de développement.

# *CHAPITRE I :* *GENERALITES*

## 1 Aperçu général sur la production du Tilapia en Algérie :

### 1.1 Origine et Historique d'introduction du Tilapia en Algérie :

Le tilapia (*Oreochromis niloticus*) est originaire d'Afrique et son aire de répartition naturelle est strictement africaine recouvrant l'ensemble de la zone nilo-soudanienne, la zone éthiopienne de la vallée du grand rift Est-Africain, le nord de la vallée du rift Est-Africain (Bezault , *et al.*, 2011), les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la Volta et du Graben Est-Africain jusqu'au lac Tanganyika (Léveque, *et al.*, 2003).

En Algérie, 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 de tilapia en Algérie, une cargaison, estimée à 1.5 t d'alevins de tilapia a été livrée.

Ensuite, l'Algérie est 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) (ABED, *et al.*, 2019).

### 1.2 Production du Tilapia en Algérie :

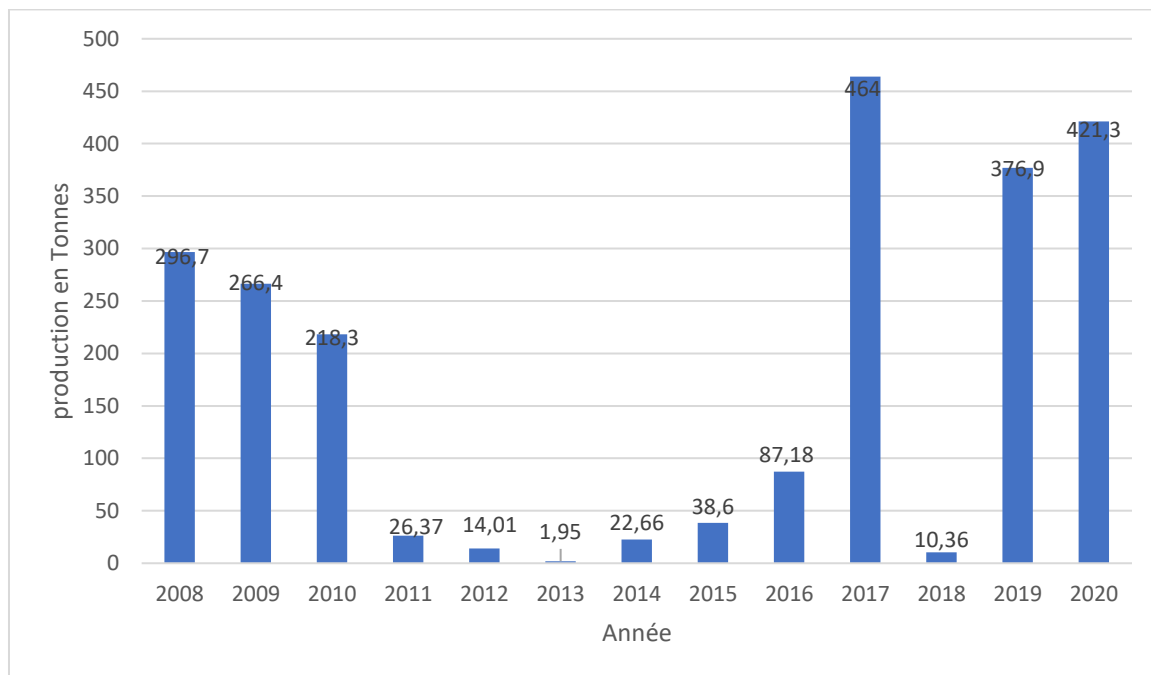
L'élevage des tilapias connaît, depuis 1980, un taux de croissance continu et important : la production de ce groupe d'espèces dans le monde vient au second rang derrière celui des carpes en 2005 (Lazard., 2009)

En ce qui concerne l'Algérie, et après son introduction en 2001, la production du tilapia connaissait une décroissance de l'année 2008 jusqu'à 2013 où elle a baissé de 296.7 T à 1.95 T (Fig1), suivie d'une croissance progressive à partir de 2014 suite à une campagne effectuée par les chercheurs du CNRDPA en 2013 qui a consisté de reproductions contrôlées, les quantités obtenues ont été distribuées aux agriculteurs où on enregistre plus de 152 exploitants agricoles qui ont bénéficié d'alevins de tilapia pour leur bassins (Oussaid, 2022).

Un programme National de Développement de l'Aquaculture (2015-2019), suivi du programme d'appui à la relance économique du secteur ont permis de doter l'aquaculture d'instruments et de moyens nécessaires à son développement et à sa promotion, ainsi la création des pôles

d'activités au niveau des régions rurales ou l'élevage du tilapia connaît un essor considérable (FAO, 2022) (MPPH, 2022)

En effet, durant cette année, 4 tonnes et 500 kg de tilapia ont été commercialisé depuis le début du mois de Ramadhan à des prix « raisonnables », adaptés au pouvoir d'achat des algériens dans le cadre d'une opération consistant en la vente du producteur directement au consommateur, organisée par la Chambre Algérienne de la Pêche et de l'Aquaculture (Watan-dz, 2022).



**Figure 1 :** Production du Tilapia en Algérie (2008-2020) (FAO, 2022)

### 1.3 Valeur nutritionnelle du Tilapia :

La valeur nutritionnelle est directement associée à la composition de la chair en macro et en micronutriments (Belco Latifou, *et al.*, 2019), d'après Sikorski, *et al.*, (1990) l'eau, les protéines et les lipides représentent environ 98% de la chair de poisson, les glucides, les vitamines et les minéraux constituent la fraction restante.

La composition chimique des poissons varie selon l'espèce. En effet, la chair de poisson est composée de 70 à 80% d'eau, de 16 à 22% de protéines avec une teneur très variable en lipides (0.5 à 15%) et contient des quantités négligeables de glycogène.

Le muscle blanc contient davantage de protéines que le muscle rouge mais moins de lipides et de glycogène (ASSOGBA, *et al.*, 2018).

Chez le poisson, la richesse en acide gras polyinsaturés AGPI est le plus souvent convoitée. Le tilapia possède une capacité supérieure, par rapport aux poissons marins, de bioconversion des acides gras C18 de l'aliment en AGPI à chaîne plus longue ou plus insaturée par des systèmes enzymatiques catalysant leur élongation et leur désaturation (Tocher, *et al.*, 2001).

La composition chimique et les valeurs nutritionnelles du Tilapia (*O. niloticus*) sont indiquées dans le Tableau 1 (NUTRAQUA, 2022) :

**Tableau 1** : La composition chimique et les valeurs nutritionnelles du Tilapia (*O. niloticus*) (NUTRAQUA, 2022)

Valeur Nutritionnelle	Pour 100g	Moyenne	Min	Max
	Valeur calorique (Kcal)	93	84	98
	Valeur calorique (KJ)	392	355	413
	Humidité (g)	78,5	77,9	80
	Cendres (g)	0,8	0,6	0,9
	Protides (g)	18,1	17,4	19,4
	Glucides par différence (g)	0,5	0,1	1,6
	Lipides totaux (g)	2,1	1,5	2,7
	Cholestérol (mg)	39,5	32,5	43,5
<b>Vitamines</b>	Vit A « rétinol » (µg)	<2	-	-
	Vit E « alpha tocophérol » (mg)	0,93	0,73	1,16
	Vit D (µg)	15,61	<0,5	53,60
	Vit B1 « Thiamine monochlorhydrate » (mg)	<0,04	-	-
	Vit B2 « Riboflavine » (mg)	0,05	0,04	0,07
	Vit B5 « Acide pantothénique » (mg)	0,68	0,41	26
	Vit B6 « pyridoxine +-al+-amine HCl » (mg)	0,23	0,18	0,30
	Vit PP « amide nicotinique » (mg)	3,28	2,78	3,77
	Vit B12 « cyanocobalamine » (µg)	1,07	0,13	1,77
		Caroténoïdes totaux (mg)	-	-
<b>Minéraux et oligoéléments</b>	Sodium (mg)	28,3	23,9	29,8
	Calcium (mg)	8,2	7,5	9,1
	Potassium (mg)	282	229	331
	Magnésium (mg)	25,4	23,8	27,2
	Fer (mg)	0,27	0,21	0,32
	Cuivre (mg)	<0,1	-	-
	Zinc (mg)	0,32	0,28	0,35
	Manganèse (mg)	<0,1	-	-
	Phosphore (mg)	131	118	148

	Iode ( $\mu\text{g}$ )	6	3	13
	Sélénium ( $\mu\text{g}$ )	18	12	23
	Chlorure (mg)	-	-	-
<b>Acides gras</b>	AG saturés (mg)	565	387	751
	AG monoinsaturés (mg)	643	456	809
	AG polyinsaturés (mg)	440	356	561
	Dont oméga 6 (mg)	278	157	485
	Dont oméga 3 (mg)	158	75	271
	Dont EPA (mg)	11	2	26
	Dont DHA (mg)	71	26	116

EPA + DHA : Acide eicosapentaénoïques + acide docosahexaénoïques (deux des trois acides gras oméga-3)

## 2 Présentation de l'espèce étudiée :

Les tilapias forment la sous famille des Tilapiines au sein de la famille des Cichlidae qui comprend une centaine d'espèces regroupées en trois genres : *Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia* qui se différencient notamment par leur comportement reproducteur et leur régime alimentaire (Nelson, 2006). Le seul genre ayant jusqu'à présent démontré un potentiel aquacole est le genre *Oreochromis* avec une incubation buccale et une garde uniparentale maternelle, ils sont planctophages ; trois espèces font aujourd'hui l'objet d'élevage à une échelle significative : *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* et *Oreochromis aureus* ainsi que leurs hybrides (Lazard., 2009).

Deux grandes « souches » de tilapia rouge sont disponibles : le tilapia « **Red Florida** » (*Oreochromis mossambicus* mutant rouge  $\times$  *Oreochromis hornorum*) et le tilapia « **Red Taiwan** » (*Oreochromis mossambicus* mutant rouge  $\times$  *Oreochromis niloticus*) (Lazard, *et al.*, 2019).

### 2.1 Description générale et caractéristiques morphologiques :

Les Cichlidae appartiennent à l'ordre des Perciformes constitués de 150 familles (Nelson, 2006). Cette famille est caractérisée par Lèveque, *et al.*, (2003) :

- La présence d'une seule narine de chaque côté de la tête ;
- Le corps de forme variable, mais jamais très allongé, est plus au moins comprimé et recouvert d'écailles cycloïdes ou cténoïdes ;
- Toutes les nageoires sont présentes (dorsale, anale, pectorale et pelvienne)
- Les os pharyngiens inférieurs, unis l'un à l'autre forment un triangle denté

---

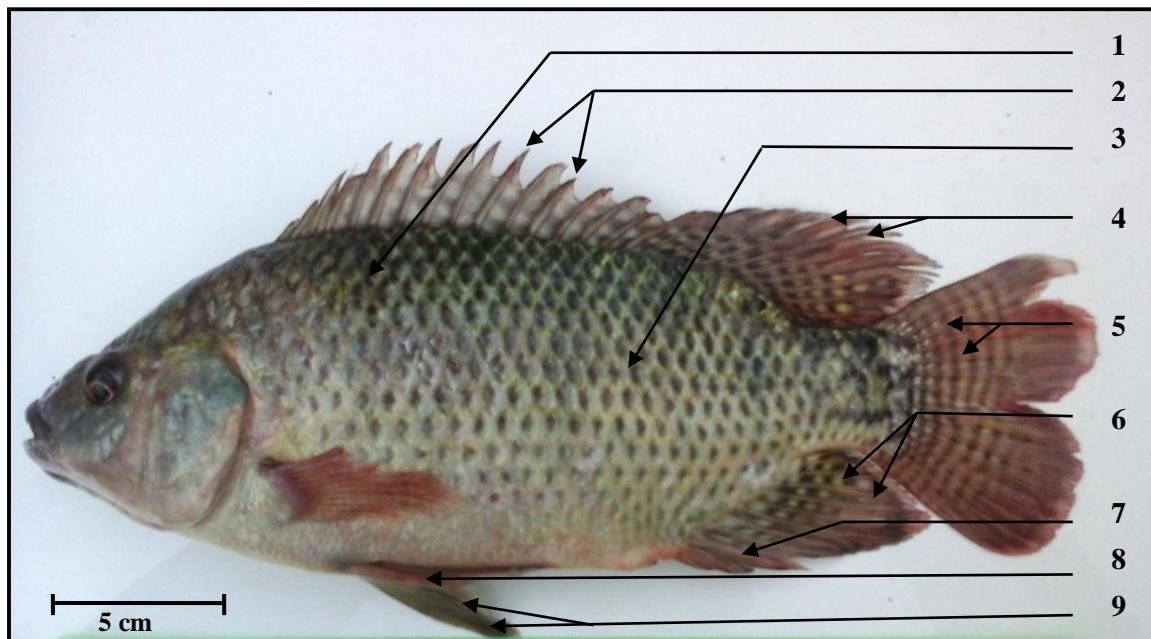
*Oreochromis niloticus* (Fig2) est facilement reconnaissable grâce aux :

- Rayures verticales régulières noires qui existent sur la nageoire caudale (Paugy, *et al.*, 2007).
- Sa nageoire dorsale, grisâtre et formée d'une seule pièce et comprend une partie épineuse présentant 15 à 18 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples.
- La ligne latérale, un organe sensoriel, est discontinue, donnant ainsi une ligne latérale inférieure avec 10 écailles (Trewavas, 1983).

Les tilapias ont généralement une teinte grisâtre mais relativement foncée chez l'adulte, le dos vert-olive ; les flancs plus pales avec six à neuf bandes transversales peu apparentes, le ventre et la lèvre inférieure blanchâtres, la lèvre supérieure vert pale ou blanche et la lèvre inférieure blanche (Léveque, *et al.*, 2003).

*Oreochromis niloticus* possède 19 à 26 branchiospines (épines sur les branchies) sur la partie inférieure du premier arc branchial chez cette espèce, la papille génitale est allongée chez le male alors que chez la femelle, elle est courte et présente à son milieu une fente transversale (Léveque, *et al.*, 2003).

Ce dimorphisme sexuel rend très facile le sexage qui n'est applicable qu'à des poissons de 20 à 50g. les males matures ont la gorge, le ventre et les nageoires impaires teintés de noir (Paugy, *et al.*, 2007).



**Figure 2 :** Caractéristique morphologique spécifiques d'*O. niloticus* ; 1 : 1 ère ligne latérale ; 2 : Rayons épineux de la nageoire dorsale ; 3 : 2ème ligne latérale ; 4 : Rayons moues de la nageoire dorsale ; 5 : Bandes verticales claires et noires sur la nageoire caudale ; 6 : Rayons moues de la nageoire anale ; 7 : Rayons épineux de la nageoire anale ; 8 : Rayon dur de la nageoire pelvienne ; 9 : Rayons moues de la nageoire pelvienne. (Hocine, 2017)

## 2.2 Taxonomie et Position systématique : (Nelson, *et al.*, 2004)

Règne :	Animal
Embranchement :	Chordata
Sous-embranchement :	Vertebrata
Superclasse :	Actinopterygii
Class :	Teleostei
Superordre :	Acanthopterygii
Ordre :	Perciformes
Sous-ordre :	Labroidei
Famille :	Cichlidae
Genre :	<i>Oreochromis</i>
Espèce :	<i>Oreochromis sp.</i> (Linnaeus, 1758)

## 2.3 Biologie et écologie de l'espèce :

### 2.3.1 Biologie :

#### 2.3.1.1 Croissance et taille commerciale :

Ouattara, Iftime, & Mester (2009) ont démontré que, d'une façon générale, la croissance des tilapias varie énormément d'une espèce à l'autre et d'une population à l'autre. Cette variation est liée (i) à la disponibilité des ressources alimentaires, (ii) à la structure démographique des populations, (iii) à la sélectivité des captures et/ou de la prédation et (iiii) à la taille de la retenue.

En général, *O. niloticus* est connu pour sa croissance rapide et présente un indice de croissance plus performant que les autres espèces de tilapia (Frimpong, *et al.*, 2014).

Une autre grande caractéristique de *O. niloticus* concerne son dimorphisme sexuel de croissance. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (1 à 3 ans selon le sexe et le milieu), les individus males présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure (Kestemont, *et al.*, 1989).

D'après Ipungu, *et al.*, (2015) la durée de vie de *O. niloticus* est relativement courte (4 à 7 ans), avec les mâles et les femelles atteignant respectivement une masse corporelle de 2 kg pour 38 cm et 950 g pour 28 cm.

La taille commerciale du tilapia est relativement faible : 200 à 300g (Lazard, 2009).

#### 2.3.1.2 Reproduction :

##### ➤ **Maturité sexuelle :**

En milieu naturel, la taille de la première maturité sexuelle d'*O. niloticus* varie généralement entre 14 et 20 cm Ruwet, *et al.*, (1976) in (Adoumandjali, 2020). Cependant, dans les conditions stressantes, cette espèce peut se reproduire dès l'âge de trois mois, à une masse corporelle inférieure à 50g (Kestemont, *et al.*, 1989). En outre, la période de reproduction de cette espèce est potentiellement continue pendant toute l'année si la température de l'eau est supérieure à 22°C ; d'après Dhraief, Azaza, & Kraiem (2010), les tailles de 11.3 cm pour les femelles et de 12.3 cm pour les males sont les tailles de la première maturité sexuelle durant la première année d'élevage.

➤ **Comportement sexuel :**

La reproduction a lieu lorsque la température est comprise entre 28 et 32°C (Lazard., 2009). Ainsi, pour se reproduire, les males se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile, etc.). Chaque male délimite et défend agressivement son territoire et creuse avec sa bouche un nid en forme d'assiette (arènes). Les femelles vivant en banc à proximité des arènes de reproduction se déplacent entre les mâles et chacun tente d'acquérir sa partenaire (Dhraief, *et al.*, 2010 ). Après une parade de synchronisation sexuelle, la femelle dépose un lot d'œufs qui sont fécondés immédiatement par le male. Les œufs fécondés sont ensuite repris en bouche par la femelle pour incubation (Lacroix, 2004 ). Après l'incubation, les œufs vont éclore dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation. La vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de 11 à 18 jours post-fécondation. Toutefois, la durée de cette phase dépend principalement de la température de l'eau (Mélard, 2014).

Pendant les phases d'incubation buccale et de protection des larves, les femelles ne se nourrissent pas. Leur croissance est donc plus faible que celle des males.

La reproduction chez *Oreochromis niloticus* est très influencée par le stress, le changement de température et les corticostéroïdes (Gennotte, *et al.*, 2012). Cependant, elle peut se reproduire en captivité sans stimulation hormonale Brawand, *et al.*, (2014) *in* (Adoumandjali, 2020).

➤ **Fécondité :**

La fécondité absolue est définie comme étant le nombre d'œufs fraîchement récupérés de la cavité buccale d'une femelle. Or, chez les tilapias, comme chez les autres poissons, cette fécondité augmente avec la taille des femelles. La fécondité absolue observée est de 340 œufs pour une femelle de 26g et la fécondité maximale est de 3500 ovules pour une femelle de 550g Mélard (1986) *in* (Adoumandjali, 2020).

La fécondité d'une femelle de tilapia est relativement faible et très variable en fonction de l'alimentations, de la masse corporelle, des saisons, de la photopériode et de la concentration en chlorophylle a (Peña-Mendoza, *et al.*, 2005).

### 2.3.1.3 Régime alimentaire :

Etant donnée que les arcs branchiaux de *O. niloticus* disposent de braniospines fines, longues et nombreuses et de microbranchiospines, l'eau qui y transite est véritablement filtrée de son

---

plancton. Cette espèce est donc, en milieu naturel, essentiellement phytoplanctonophage et consomme de multiples espèces de Chlorophycées, Euglenophycées, etc.. (Ouattara, *et al.*, 2009), ce qui ne l'empêche pas également d'absorber du zooplancton et même des sédiments riches en bactéries et Diatomées surtout au stade d'alevin (0 à 5g) (Lacroix, 2004).

En milieu artificiel cette espèce est pratiquement omnivore (euryphage) valorisant divers déchets agricoles (Kestemont, *et al.*, 1989). En élevage, cette espèce accepte facilement des aliments composés (Lazard., 2009), cette capacité d'adaptation à divers aliments est à la base de sa haute potentialité pour la pisciculture.

D'après Guillaume *et al.* (2001) *in* (Cahu, 2004), chez les tilapias, les besoins en protéines sont de 35% de la matière sèche de l'aliment tandis que ceux en acides gras essentiels sont à environs 1% de la ration. Luquet & Moreau (1989) Estiment des besoins en énergie compris en 1.507 et 1.632 MJ pour un individu de 100g.

### 2.3.2 Ecologie :

En raison de leur forte adaptabilité aux facteurs écologiques biotiques et abiotiques, l'élevage de *O. niloticus*, espèces thermophiles, peut être pratiqué dans les eaux chaudes ou dans des mauvaises conditions hivernales en adoptant une stratégie d'hibernation (Derouiche, *et al.*, 2009).

Fishelson & Pruginin, (1988) ont démontré que *O. niloticus* est une espèce euryèce ou eurytope qui s'adapte aux larges variations des facteurs écologiques, pouvant ainsi coloniser des milieux extrêmement différents.

#### 2.3.2.1 Température :

Dans l'habitat naturel, cette espèce peut supporter des températures comprises entre 14° et 31°C (Kraïem, *et al.*, 2007).

En élevage les températures optimales et létales pour le tilapia sont consignées dans le tableau 2 ci-dessous (Lazard, *et al.*, 2019) :

**Tableau 2 :** Différents seuils de températures optimales et létales pour le tilapia (*O. niloticus*)

Température	Pratique d'élevage
$T < 18^{\circ}\text{C}$	Elle constitue la température minimum d'élevage en dessous de laquelle il ne faut pas descendre, quel que soit la taille de poisson.
$18^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$	Cela correspond à une phase de transition durant laquelle les poissons peuvent commencer à être stockés dans les bassins et nourris à très faible dose.
$20^{\circ}\text{C} < T < 22^{\circ}\text{C}$	Les poissons peuvent être alimentés avec des doses légèrement supérieures. A partir de $22^{\circ}\text{C}$ on peut observer les premières reproductions de tilapia.
$22^{\circ}\text{C} < T < 24^{\circ}\text{C}$	Les poissons entrent en phase active, tant en termes de croissance que de reproduction
$T < 24^{\circ}\text{C}$	A partir de cette température et jusqu'à $30^{\circ}\text{C}$ (maximum $32^{\circ}\text{C}$ ) les poissons sont au pic de leur croissance et de leur reproduction.

C'est avec ces caractéristiques qu'on devra composer pour maintenir l'eau du bassin aussi longtemps que possible dans l'intervalle optimal :  $24^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.3.2.2 Oxygène dissous ( $O_2$ ) :

Cette espèce peut survivre durant plusieurs heures à des teneurs en oxygène dissous très faibles, de l'ordre de 0.1 ppm (Lacroix, 2004 ), l'optimum requis est de 5 mg/l, Malcom et al. (2000) in (BOGNINOU, 2018).

#### 2.3.2.3 Salinité :

Bien qu'elles soient des espèces d'eau douce les tilapias ont montré leur capacité à supporter des salinités élevées jusqu'à 20-35g/l (Kraïem, et al., 2007).

#### 2.3.2.4 Potentiel Hydrogène (pH) :

La tolérance aux variations de pH est très grande puisque l'espèce se rencontre dans des eaux présentant des valeurs de pH de 5 à 11 (Kestemont, *et al.*, 1989). Cependant, le pH optimal conseillé pour sa survie et son élevage oscille entre 7 et 8 Huet et Timmermans (1970) *in* (Adoumandjali, 2020).

#### 2.3.2.5 Composés azotés :

La concentration des déchets métaboliques azotés excrétés par les branchies et l'urine dépend essentiellement de la température, de la taille des individus ainsi que de la quantité et qualité de l'aliment distribuée. Cette concentration doit être maintenue inférieure au seuil critique de *O. niloticus* on ne dépassant pas les 15 mg/l pour les nitrates, 2 mg/l pour les nitrites et 0.95 mg/l pour l'ammoniaque total (Ross, 2000).

### 3 Les différents systèmes de production piscicole :

Les systèmes de production aquacoles sont généralement classés en fonction de leur niveau d'intensification qui est lui-même largement caractérisé par le type d'alimentation pratiqué par le pisciculteur. D'autres facteurs de production entrent en ligne de compte, tels que le niveau de disponibilité en eau, l'accès au foncier terrestre et aquatique, le capital, la force de travail etc.

Dans cet esprit, la classification suivante peut être proposée (Lazard, *et al.*, 2019):

- **La pisciculture extensive** : basée sur la valorisation de l'alimentation naturelle du milieu aquatique (plancton, benthos etc.) se pratique dans l'étang sans apport ou à faible niveau d'intrant. Il est de même pour les retenues de barrage dont la productivité naturelle est augmentée par l'alevinage d'espèces adaptées au milieu telles que les carpes chinoise, la carpe commune, le mulot voire certains prédateur (black bass, sandre). Ce type de pisciculture est qualifié en anglais d'« *aquaculture based fisheries* ».
- **La pisciculture semi-intensive** : repose sur la pratique d'une fertilisation minérale et/ou organique destinée à stimuler la productivité naturelle de l'étang avec éventuellement le recours à une alimentation complémentaire. La pisciculture intégrée aux systèmes de production agricoles entre dans cette catégorie et se caractérise par une interdépendance étroite entre les productions aquatiques et terrestres comme par exemple le recyclage des effluents d'élevage comme fertilisant

organique dans les étangs piscicoles ou l'irrigation de culture végétales à partir de l'eau de vidange des étangs (riche en minéraux et en matière organique).

- **La pisciculture intensive :** (et super intensive) se caractérise par des besoins nutritionnels entièrement assurés par l'apport extérieur d'un aliment artificiel équilibré en général sous forme de granulés. Le milieu d'élevage n'a pas de fonction nutritive mais sert uniquement de support physique à l'élevage, apportant l'oxygène dissous au poisson et évacuant les déchets de son métabolisme. L'aliment utilisé pour ce type d'élevage est en générale riche en protéines : 25 à 50 % en fonction du régime alimentaire des espèces d'élevage et de leur niveau trophique (25 à 30 % pour le tilapia).

La frontière entre les différents systèmes d'élevage n'est pas étanche et une même infrastructure peut être le support d'élevages à différents niveaux d'intensification. La densité de stockage des poissons définit le niveau d'intensification et de l'élevage : à faible densité, l'alimentation naturelle suffit à satisfaire les besoins alimentaires des tilapias tandis qu'à forte densité et dans des cages de plus faibles dimensions le recours à un aliment composé est nécessaire.

#### 4 Méthodes d'analyse et d'évaluation de la qualité :

Les produits de la mer et de l'aquaculture sont généralement considérés comme des aliments riches en protéines, pauvres en graisses et matières grasses saturées quand ils sont comparés à d'autres produits alimentaires animaux. La fraîcheur est le plus important attribut lors de l'évaluation de la qualité de ces produits car la qualité des poissons se dégrade après la mort en raison des réactions chimiques et des dégradations microbiennes.

Le résultat de ces réactions entraîne une détérioration de la qualité sensorielle. Selon la norme (Norme ISO 9000:2015), la « qualité » correspond à « l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences ».



**Figure 3 :** La qualité et ses caractéristiques intrinsèques

De façon générale, la qualité d'un produit alimentaire est définie par les « 4S » (Fig3) : Sécurité (qualité hygiénique), Santé (qualité nutritionnelle), Satisfaction (qualité organoleptique), Service (qualité d'usage : facilité d'utilisation, aptitude à la transformation, prix) (Lebret, *et al.*, 2015).

#### 4.1 La qualité organoleptique :

Lorsque l'on souhaite apprécier la qualité des produits alimentaires, on fait appel de plus en plus souvent à l'évaluation sensorielle, dont l'objectif est d'étudier la réponse humaine aux propriétés organoleptiques :

L'apparence (forme, aspect, couleur) relevant de la vision ;

La flaveur (arome, saveur) relevant de l'odorat ;

La texture (résistance, consistance à la mastication) relevant du toucher.

Diverses méthodes sont actuellement utilisées pour connaître l'état de fraîcheur ou d'altération d'un poisson frais : méthodes de classement de produits ; tests de différences (comparaisons

par paires, test duo-trio, test triangulaire) ; analyse quantitative descriptive du profil sensoriel (Zakhia, 1992).

Le système de cotation de la Communauté européenne (CE N°2406/96) a longtemps été utilisé comme référence fixant les normes communes de commercialisation pour certains produits de la pêche (poissons, crustacés et céphalopodes). Les produits susceptibles d'être commercialisés sont classés selon leurs niveaux d'altération dans l'ordre décroissant (du plus frais au moindre) : Extra (E), A, B et C (non consommable) sur la base d'un ensemble de critères organoleptiques : apparence, odeur, yeux, branchies et cavité abdominale). En raison de la complexité du schéma de cotation de cette méthode, la méthode d'indice de qualité (QIM) a été suggérée, originaire d'Australie Bremner et *al.*, (1985) in (DERGAL, 2015) et elle est basée sur les changements des caractéristiques sensorielles des poissons crus et entiers lors de leur altération. Des notes de 0 à 3 points sont attribuées aux différents paramètres de qualité au niveau de l'apparence générale (peau, consistance de la chair...), l'aspect des yeux et les branchies. Les points sont additionnés pour donner un score total ou QI (Quality Index). Comparé à une courbe de calibration, ce score permet d'estimer la fraîcheur en nombre de jour d'entreposage sous glace.

De nombreuses tables de cotations QIM ont été développées pour différentes espèces dans le cadre du projet « Développement et mise en œuvre d'un système d'évaluation sensorielle informatisé (QimIT) pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson ».

D'autres méthodes physiques sont aussi utilisées pour évaluer la qualité organoleptique dont : l'analyse de la texture, le torrymètre, l'intellection Fischtester VI, le RT-Freshtester, le nez électronique et la spectroscopie de réflectance dans l'infrarouge proche (Leduc, 2011).

## 4.2 La qualité hygiénique :

Le concept de la qualité hygiénique comporte deux composantes essentielles :

**La composante de la qualité microbiologique :** assurée par des examens microbiologiques dont le but est d'évaluer la présence possible de germes ou organismes pouvant avoir des conséquences sur la santé du consommateur, elle est conditionnée par des analyses qui consistent à dénombrer les germes pouvant contaminer le poisson. Selon le (JORADP, 2017), ces dénombrements concernent notamment la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT), les coliformes thermotolérants (*Escherichia coli*), les staphylocoques à coagulase + et les salmonelles.

---

**La composante de la qualité chimique et biochimique :** basée sur des critères d'altération et de dégradation de la qualité, elle est évaluée par le dosage des composés formés suite à la dégradation de certains composants du poisson :

➤ **Les indices de dégradation des matières azotées :**

**\*Le dosage des amines basiques volatiles totales (ABVT,** encore appelé azote basique volatil total), est un dosage largement utilisé pour évaluer la qualité des produits aquatiques. C'est un terme général qui comprend la détermination de la triméthylamine (produite par les bactéries d'altération), la diméthylamine (produite par les enzymes autolytiques pendant le stockage du poisson congelé), l'ammoniac (produite par la désamination des acides aminés et des catabolites de nucléotides) et d'autres composés azotés volatils basiques associés à l'altération des produits de la mer et de l'aquaculture (Huss, 1999).

**\*Dosage du Triméthylamine (TMA) :** c'est le résultat de dégradation des OTMA, naturellement présent dans le tissu vivant, par les bactéries via l'enzyme OTMA diméthylase, elle est souvent associée à la mauvaise odeur dans les produits de la pêche (Leduc, 2011).

Les résultats de dosage de l'ABVT et le TMA dépendent largement sur la méthode d'analyse utilisée (Huss, 1999), la plupart se basent sur la distillation à la vapeur des amines volatiles, la microdiffusion Conway et titration, méthode colorimétrique, la photométrie, la méthode HPLC, méthode d'électrophorèse capillaire, méthode de débit d'injection de diffusion de gaz, biocapteur à l'aide de l'enzyme flavin-containing monooxygénase type 3 et capteur semi-conducteur basé sur le vert de bromocrésol (Leduc, 2011).

➤ **Mesures de la rancidité oxydative :**

Les acides gras insaturés présents dans les lipides du poisson sont hautement sensibles à l'oxydation, les produits d'oxydation primaires sont les hydroperoxydes de lipides qui peuvent être détectés par des méthodes chimiques, généralement en utilisant leur potentiel d'oxydation ; la concentration en hydroperoxydes peut être déterminée par des méthodes titrimétriques ou des méthodes de spectrophotométrie donnant l'indice de peroxyde (IP) en milliéquivalents (mEq) de peroxyde par Kg de graisse extraite du poisson (Huss, 1999).

➤ **pH :**

La mesure du pH de la chair du poisson peut donner des informations sur son état (Huss, 1999), puisque l'activité des enzymes dépend du pH, il affecte les réactions qui se déroulent pendant le stockage du poisson, un pH relativement faible peut entraîner une diminution des liaisons d'eau dans les myofibrilles, affectant la diffusion de la lumière et l'apparence du poisson (Leduc, 2011).

Il est mesuré avec un pH-mètre, en plaçant les électrodes soit directement à l'intérieur de la chair, soit dans une suspension de chair de poisson dans l'eau distillée (Huss, 1999).

### 4.3 La qualité nutritionnelle :

Est évaluée par le dosage de :

➤ **La teneur en protéines :**

La méthode la plus utilisée est la méthode de Kjeldahl (DERGAL, 2015) qui s'effectue en trois étapes :

\*la digestion ou minéralisation de l'échantillon ;

\*la distillation de l'ammoniac ;

\*le titrage de l'ammoniac.

D'autres méthodes comme la méthode Bradford (Bradford, 1976) et la méthode de Biuret (Gornall, 1949) sont utilisées (Zakhia, 1992).

➤ **La teneur en lipides :**

Les lipides de poisson se distinguent des lipides d'autres animaux ou de végétaux par leur forte teneur en acide gras polyinsaturés (AGPI) de la série oméga 3, notamment les acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA) (Leduc, 2011). Une des méthodes utilisées pour le dosage des lipides totaux musculaires est celle décrite par (Folch, *et al.*, 1956), elle repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un solvant composé de chloroforme et de méthanol. La méthode de Soxhlet peut être utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés.

➤ **La teneur en eau et en cendres :**

Lorsque l'on détermine la teneur en eau et en cendres d'un aliment, on l'analyse pour connaître le taux d'humidité et de sels minéraux qu'il renferme. Elles sont mesurées en utilisant plusieurs méthodes notamment la méthode de la coupe transversale.

*CHAPITRE II :*  
*MATERIEL ET*  
*METHODES*

## 1 Plan d'échantillonnage :

L'échantillonnage a été effectué au niveau de deux fermes aquacoles dans la région centre du pays ou quatre échantillons (deux échantillons de chaque ferme) ont été prélevés sur une période de trois mois (Mars, Avril et Mai) suivant le tableau 3.

La Ferme 1 est une ferme de production d'alevins et de grossissement de tilapia mono-sexe (males) avec un mode d'élevage semi-intensif dans des bassins métalliques de forme rectangulaire et un système fermé ; la Ferme 2 est une éclosérie qui produit des alevins destinés à l'élevage ou les géniteurs qu'on a prélevés sont élevés dans des bassins en béton avec un circuit d'eau fermé.

Les poissons ont été pêchés directement des bassins au moyen d'une senne, sacrifiés avec un choc thermique et sont transportés dans une glacière contenant des poches de glaces.

La ferme 1 utilise un aliment importé, avec une teneur en protéines de 37% (ANNEXES VI), tandis que la ferme 2 utilise un aliment produit localement avec une teneur en protéines de 27%.

**Tableau 3:** Plan d'échantillonnage

Ferme	Date de l'échantillonnage	Nombre d'individus	Poids total
Ferme 1	28 – 03 – 2022	19	2503.3 g
	18 – 04 - 2022		
Ferme 2	19 – 03 – 2022	11	2431.22 g
	10 – 05 - 2022		

## 2 Techniques d'évaluation de la qualité :

### 2.1 Test de fraîcheur « examen organoleptique » :

Les examens de laboratoire peuvent répondre à des critères précis avec des résultats qui ne dépendent pas de l'observateur en pratiquant des tests bactériologiques ou biochimiques ; mais ces analyses nécessitent des délais très importants incompatibles avec la pratique quotidienne du contrôle.

De ce fait l'examen organoleptique pratiqué en faisant appel aux caractères sensorielles de la vue, de l'odorat et du toucher est le moyen le plus utilisé par le secteur des produits aquatiques

et les services des inspections pour évaluer la fraîcheur et la qualité des poissons et des produits de la pêche.

L'examen organoleptique constitue un outil de mesure immédiat, rapide et précis qui permet d'obtenir des informations pertinentes sur les produits de pêche et leur degré d'altération.

Nous avons utilisé pour cette étude la Méthode d'Indice de Qualité (QIM) pour l'analyse du tilapia (*Oreochromis niloticus*) combinant le règlement (CE N2406/96) et la méthode de Baixas-Nogueras *et al.*, (2003) in (DERGAL, 2015). (ANNEXES III).

Des notes de 0 à 3 points sont attribuées aux différents paramètres de qualité au niveau de l'apparence générale (peau, consistance de la chair et le mucus), l'aspect des yeux (la cornée, pupille et la forme), et les branchies (couleur et odeur). Les points sont additionnés pour donner un score total ou QI (Quality Index), un score total de 24 points signifie l'altération organoleptique totale du poisson.

## 2.2 Détermination de la qualité hygiénique :

### 2.2.1 Analyse microbiologique :

Les examens microbiologiques ont pour but une appréciation quantitative (techniques de dénombrement) ou qualitative (présence ou absence par des techniques d'isolement et d'identification) de la flore de contamination d'un produit à un moment donné.

Ces examens ont été réalisés au niveau de l'unité Bactériologie des Aliments à l'Institut Pasteur d'Algérie (IPA).

L'interprétation globale des résultats des analyses microbiologiques des denrées alimentaires, s'effectue au regard des limites numériques définies par des critères microbiologiques, fixés par le Journal Officiel de la République Algérienne (JORADP, 2017) selon un plan à deux et trois classes.

Les critères microbiologiques en question sont au nombre de quatre et sont symbolisés par les lettres n, c, m et M où :

**n** : nombre d'unités constituant l'échantillon ;

**c** : nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser « m » tout en étant supérieur à « M » sans que le lot soit rejeté ;

**m** : nombre de germes présents dans un gramme de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante ;

**M** : nombre de germes présents dans un gramme de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable.

- Cas d'un plan à trois classes, où la valeur « c » est différente de zéro (0).

-l'échantillon est de qualité microbiologique satisfaisante ; si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m » ;

-l'échantillon est de qualité microbiologique acceptable ; si le résultat de l'analyse n'excède pas « M » et si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat supérieur à « m » et compris entre « l » et « c » ;

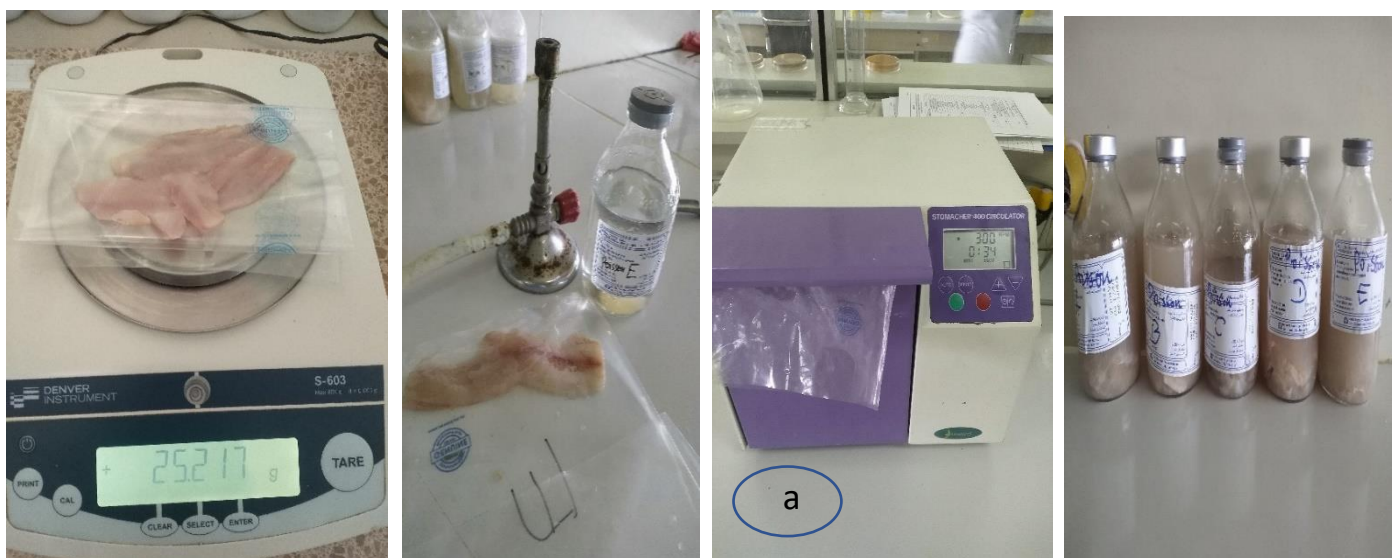
-l'échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante ; si le résultat de l'analyse excède « M » ou si le nombre d'unité de l'échantillon donnant un résultat compris entre « m » et « M » est supérieur à « c ».

- Cas d'un plan à deux classes, où la valeur « c » est égale à zéro (0).

-l'échantillon est de qualité microbiologique satisfaisante, lorsqu'il y a absence du microorganisme dans toutes les unités de l'échantillon ;

-l'échantillon est de qualité microbiologique non satisfaisante, lorsque la présence du microorganisme est détectée dans, au moins, une unité de l'échantillon

- **Préparation de la chair, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue d'analyse microbiologique :**

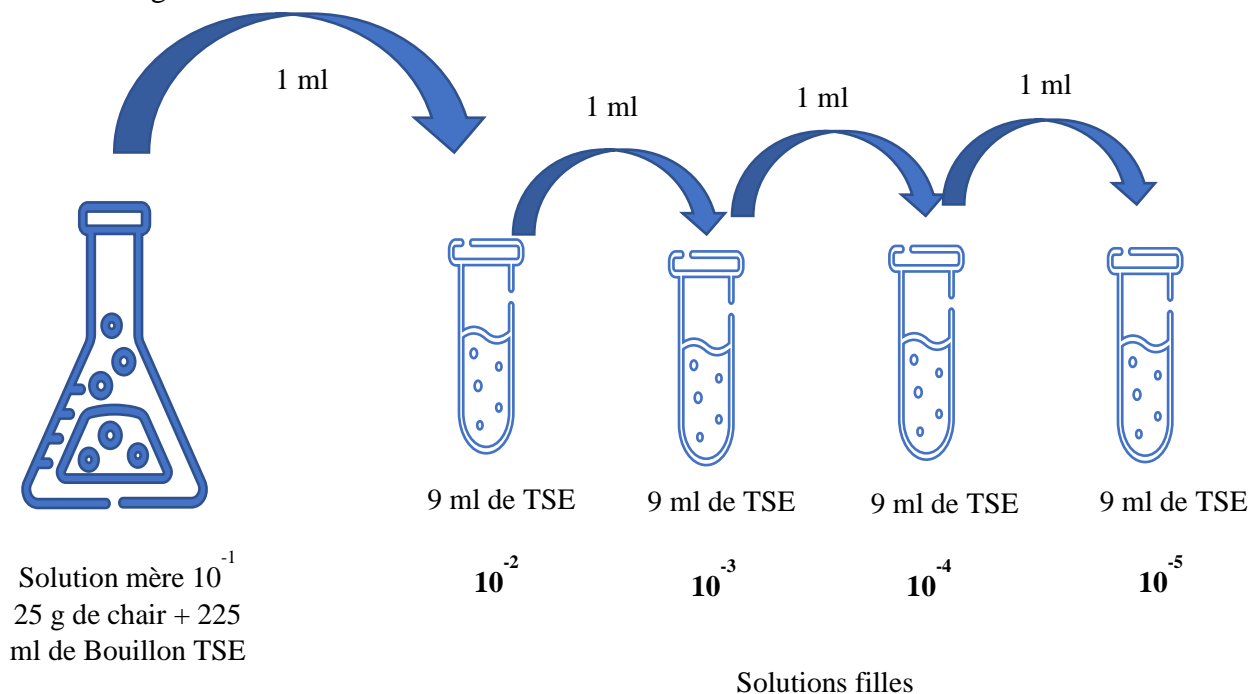


**Figure 4** : Préparation de la solution mère ; a : STOMACHER

Le prélèvement doit être effectué dans les conditions d'asepsie rigoureuses pour cela la préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales ont été réalisées conformément à la norme ISO 6887-3 :2017 et la norme ISO 6887-1 :2017.

Pour chaque échantillon de poisson, 5 suspensions mères diluées à  $10^{-1}$  (A, B, C, D et E) ont été préparés devant un bec bunsen comme suit : 25g de chair prélevé avec du matériel stérilisé + 225ml de bouillon TSE (Eau physiologique peptonnée) le tout broyer à l'aide d'un STOMACHER® (Fig. 4.a).

A partir de la solution mère, une série de dilutions jusqu'à  $10^{-5}$  a été préparée comme illustré dans la figure 5 ci-dessous.



**Figure 5** : Préparation des dilutions décimales à partir de la solution mère

➤ **Recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale :**

**Définition :** la FMAT est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) présent dans un produit ou une surface.

Cette flore indique le degré de contamination bactérienne globale des aliments et elle est utilisée comme méthode de contrôle de qualité hygiénique des produits alimentaires.

**Principe :** Ensemencement par incorporation dans un milieu gélosé non sélectif à partir de la solution mère et des 4 solutions filles préalablement préparées.

**Mode opératoire :**

A partir des dilutions effectuées ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ) et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, porter aseptiquement et répartir, 1 ml dans une boîte de pétrie stérile, couler 15ml de contenant de la gélose PCA (Plat Count Agar) et répartir en dessinant un huit pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier, après solidification incubé à 30°C pendant 72h.

**Lecture et dénombrement :**

Les colonies caractéristiques de la FMAT sur la PCA sont blanches et de forme lenticulaire.

L'unité de dénombrement est l'UFC/g, car une colonie observable sur la surface du milieu gélosé est le résultat de l'accumulation et/ou l'association de plusieurs microorganismes.

Les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies sont considérées comme dénombrables. (Nnenna, *et al.*, 2021)

Le nombre de germes par gramme de produit (N) est obtenu selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{V(n1 + 0.1n2) \times d}$$

N= nombre de germes par gramme de produit

$\sum C$ = somme des colonies caractéristiques sur les deux boîtes retenues

V= volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte (en ml)

d= taux de dilution correspondant à la première dilution retenue

n1= nombre de boîte retenue à la 1<sup>ère</sup> dilution (la plus faible)

n2= nombre de boîte retenue à la 2<sup>nd</sup> dilution (la plus forte)

➤ **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les thermotolérants dont *E. coli* :**

**Définition :** les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale.

Le terme « coliformes fécaux » ou « coliformes thermotolérants » renferme toutes les espèces bactériennes faisant partie de la famille des Enterobacteriaceae qui sont aérobies ou anaérobies facultatifs, à gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnet capables de croître en présence de sels biliaires et de fermenter le lactose avec production d'acide (ou d'aldéhyde) et de gaz en 48h à 44°C. (Gourmelon, *et al.*, 2002).

Au plan taxonomique, les coliformes thermotolérants constituent un groupe hétérogène qui comporte plusieurs genres comprenant des espèces d'origine non fécale et des espèces d'origine fécale dont l'espèce typique est *Escherichia coli*, mais d'autres souches de coliformes, telles que *Citrobacter sp*, *Enterobacter sp* et *Klebsiella sp*, peuvent aussi se reproduire dans un milieu lactosé à 44,5°C.

Les coliformes fécaux sont des micro-organismes indicateurs d'une pollution d'origine fécale humaine ou animale. Ils sont généralement moins nombreux que les coliformes totaux et indiquent qu'il y a contamination récente ou constante.

**Principe :** ensemencement par incorporation de la solution mère et de la première solution fille  $10^{-2}$  dans un milieu V.R.B.L (violet rouge bile lactose).

**Mode opératoire :**

A partir de la suspension mère et la première solution fille  $10^{-2}$  et à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, porter aseptiquement et répartir, 1 ml dans une boîte de Pétri stérile, couler 15 ml de contenant de la gélose V.R.B.L et répartir en dessinant un huit pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier, après solidification incubé les boîtes de coliformes totaux à 37°C et les boîtes des coliformes thermotolérants à 44°C pendant 24h.

**Lecture et dénombrement :**

Les colonies des coliformes totaux et fécaux ont un aspect lenticulaire avec une couleur rouge, fluorescentes sous lampes UV. Dénombrer les colonies avec le même aspect sur le milieu V.R.B.L, les résultats sont exprimés en UFC/g.

**Test de confirmation d'*E.coli* :**

Repiquer les colonies suspectes des boîtes positives dans des tubes d'eau peptonnée exempte d'indole, incubé à 37°C pendant 24h, rajouter ensuite quelques gouttes de réactif de Kovacs. L'Anneau rouge confirme que c'est le germe *Escherichia coli*.

**➤ Recherche et dénombrement de staphylocoques à coagulase + :**

**Définition :** Les staphylocoques constituent avec les microcoques les deux principaux genres de la famille des Micrococcaceae. Ce sont des Cocci à Gram positif, non sporulés, immobiles, aérobies facultatifs possédant une catalase et se présentent généralement en grappes, par paires ou en cellules individuelles. Leur paroi est principalement constituée de peptidoglycane. Staphylocoques à coagulase positive, notamment *Staphylococcus aureus*, principal producteur d'entérotoxines pathogènes pour l'homme, possèdent une enzyme, la coagulase qui permet de les identifier.

**Principe :** ensemencement par étalement de 0.1 ml de la suspension mère en surface de la gélose Baird Parker.

**Mode opératoire :**

A l'aide d'une pipette Pasteur stérile, on ensemence sur la surface d'une boîte de pétri contenant une gélose Baird Parker, jaune d'œuf et tellurite de potassium pré-coulée et solide, on étale la surface à l'aide d'un râteau. Incubation à 37°C pendant 48h.

**Lecture et dénombrement :**

Procéder au comptage des colonies caractéristiques. Les colonies caractéristiques des staphylocoques forment des colonies noires (réduction du tellurite en tellure) et produisent sur ce milieu opaque :

-un halo clair autour de la colonie qui correspond à une zone de protéolyse (éclaircissement du jaune d'œuf).

- plus tardivement, un liseré blanc, opaque (précipitation des acides gras produits par la lécithinase qui hydrolyse la lécithine du jaune d'œuf).

-leur taille est de 0.5 à 2 mm, avec un aspect brillant.

***Test de la catalase :***

La détection de la présence de la catalase est essentielle pour différencier les Staphylococcus et les Micrococcaceae catalase positive des Streptococcaceae catalase négative.

Le **test** consiste à mettre des bactéries en quantité suffisante en contact de peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Si elles possèdent la **catalase**, elles dégradent le peroxyde d'hydrogène en eau et dioxygène visible par la formation de bulles.

***Test de coagulase :***

**Milieu Baird-Parker + supplément RPF** : prélever une partie des colonies caractéristiques, et les ensemencer à la surface d'une boîte, contenant le milieu solide, en strie unique de 2 cm de longueur ; On peut ainsi inoculer quatre ou cinq colonies sur la même boîte. Incuber à l'étuve à 37°C pendant 24h.

On peut observer la coagulase par un halo blanchâtre d'opacification (transformation du fibrinogène du plasma en fibrine) autour de la strie.

➤ **Recherche (présence/ absence) des salmonelles :**

**Définition :** Ce sont des Bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, les salmonelles appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Elles possèdent un métabolisme oxydatif et fermentaire.

La salmonelle est un type de bactéries intervenant dans divers types d'intoxications alimentaires, mais qui peuvent aussi être la cause de la fièvre typhoïde et paratyphoïde.

Elles produisent de l'acide et souvent du gaz au cours de la fermentation du D-glucose ou d'autres hydrates de carbone ; elles sont catalase positive.

**Mode opératoire :**

**1<sup>e</sup> étape :** pré-enrichissement : cette étape est nécessaire car elle va permettre aux germes présents dans le poisson de reprendre leur vitalité, pour cela diluer 25g de chair prélevée aseptiquement dans 225ml de TSE et incuber à 37°C pendant 24h.

**2<sup>e</sup> étape :** l'enrichissement : il est effectué sur le bouillon au sélénite de sodium (SFB) qui a l'aptitude à favoriser le développement des entérobactéries pathogènes, tout en inhibant les autres germes d'origine gastrique.

Ajouter 10 ml de la solution mère dans un tube qui contient 9 ml de bouillon SFB avec 2 disques SFB puis incuber à 37°C pendant 24h.

**3<sup>e</sup> étape :** isolement : cette étape permet un développement sélectif de colonies présentant les caractéristiques des salmonelles, elle est réalisée sur le milieu Hecktoen.

A partir des cultures en bouillon d'enrichissement, prélever une goutte et ensemercer sur la surface d'une boîte contenant une gélose Hecktoen solide, en faisant des stries pour obtenir des colonies pures et isolées les unes des autres ; incuber à 37°C pendant 24h.

**Lecture et dénombrement :**

La suspicion des salmonelles sur milieu Hecktoen se traduit par des colonies bleu-vert à centre noir.

**Test de confirmation :** Prélever les colonies suspectes sur le milieu Hecktoen, ensemercer par stries la pente d'une gélose TSI (Triple Sugar Agar) et par piqure centrale le culot ; incuber à 37°C pendant 24h.

**Lancement de la Galerie Api20E :** c'est un système standardisé pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés, ainsi qu'une base de données.

- **Principe :** la Galerie comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation (24h à 37°C) se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et d'identification est obtenue à l'aide de catalogue analytique ou d'un logiciel d'identification.

## 2.2.2 Analyse chimique :

### 2.2.2.1 Dosage de l'azote basique volatile total (ABVT) :

#### ➤ Méthode de BLANCHART et PANTHALEON (1951) :

La dégradation des protéines sous l'action des enzymes bactériennes entraîne la formation de bases azotées volatiles. Ainsi, le dosage de l'ABVT permet de rendre compte, de façon objective, du degré d'altération des poissons. Les bases volatiles sont déplacées à l'aide de l'oxyde de magnésium (MgO) et le condensat est recueilli dans l'acide sulfurique en présence d'indicateur coloré.

Le titrage se fait à l'aide d'une base (NaOH 0.1N). Les résultats sont exprimés en mg d'ammoniac pour 100g de produit frais.

#### Mode opératoire (Fig6) :

- Peser 6g de l'échantillon et faire homogénéiser ;
- Ajouter 150ml d'eau distillée et 20 à 30 ml d'MgO (5%), 2ml d'antimousse et mettre le ballon pour la distillation ;
- La récupération s'effectue dans un erlenmeyer ou il y'a : 2ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), 25ml d'eau distillée et 1 à 2 gouttes d'indicateur mixte ;
- Après la récupération, titrer le distillat avec une solution de NaOH (0.1N)

#### Expression des résultats :

La quantité d'ABVT est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$ABVT (mg\%) = \frac{(A - B) \times K \times 1.4 \times 100}{m}$$

A : quantité de NaOH utilisée pour le titrage du blanc (ml) ;

B : quantité de NaOH utilisée pour le titrage du distillat (ml) ;

1.4 : quantité d'azote correspondant à 1ml de la solution de NaOH (0.1N) ;

M : poids du produit (g)

K : correction sur le titre NaOH (0.1N)

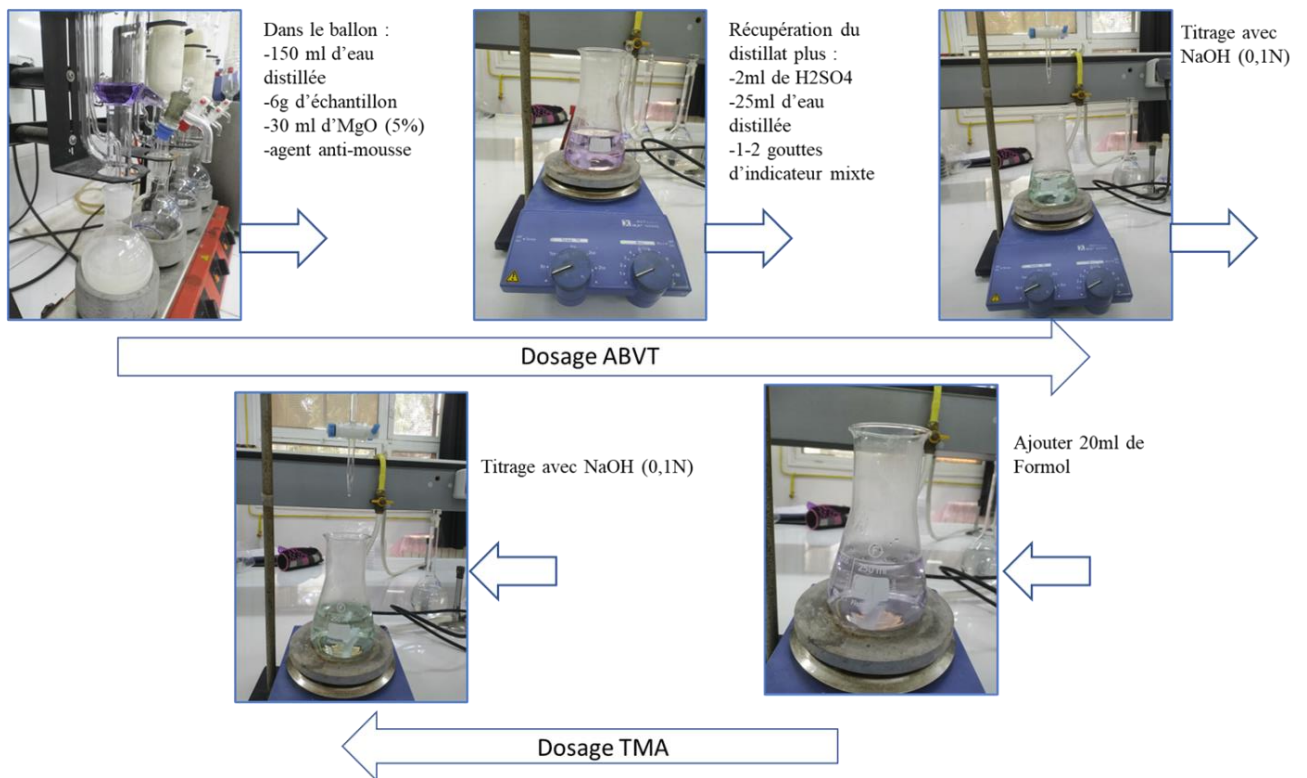
### 2.2.2.2 Dosage de la triméthylamine (TMA) :

Avec la même méthode, et après de dosage de l'ABVT, on enchaîne avec la détermination de la triméthylamine en ajoutant 20ml de formol à 37% ; faire neutraliser avec une solution de NaOH (0.1N).

**Expression des résultats :**

$$TMA (mg\%) = \frac{(A - B - C) \times K \times 1.4 \times 100}{m}$$

C : quantité de NaOH (0.1N) utilisée pour le titrage de TMA (ml)



**Figure 6 : Protocole Dosage de l'ABVT et du TMA**

## 2.3 Détermination de la composition chimique globale et de la valeur nutritionnelle :

### 2.3.1.1 Détermination de la teneur en eau :

#### Mode opératoire :

- peser 2g de la chair de poisson (M1) ;
- à l'aide d'une balance de précision, prendre la masse du creuset préalablement séché et refroidi (P0) ;
- effectuer une deuxième pesé de l'ensemble (creuset + chair de poisson) (P1) ;
- mettre à l'étuve à une température de 105°C jusqu'au poids constant ;
- après refroidissement total, prendre la masse du creuset après séchage en utilisant la même balance (P2) ;

#### Expression des résultats :

La teneur en eau et en matière sèche est donnée par les formules suivantes :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{(P1 - P2)}{M1} \times 100$$

$$\text{Teneur en matière sèche (\%)} = \frac{(P2 - P0)}{M1} \times 100$$

### 2.3.1.2 Détermination de la teneur en cendres :

#### Mode opératoire :

Après avoir déterminé la teneur en eau, on procède avec la détermination de la teneur en cendres :

- placer le creuset avec la matière sèche résiduelle (P2) dans un four à moufle (Fig7) à 600°C pendant 4 à 5 heures jusqu'à obtention des cendres blanches ;
- laisser refroidir dans un dessiccateur ; puis peser le creuset avec le résidu incinéré (P3) ;



**Figure 7** : Four à moufle

**Expression des résultats :**

La teneur en cendre de notre échantillon est donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = \frac{(P3 - P0)}{M1} \times 100$$

### 2.3.1.3 Dosage des lipides totaux :

**Principe :** Les lipides sont des composés insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques, cette propriété permet l'extraction par la méthode de Folch (Folch, *et al.*, 1957) :

**Mode opératoire :**

Le mode opératoire est schématisé dans la figure 8 ci-dessous.

**Expression des résultats :**

Le résultat est calculé à l'aide de la formule suivante et est exprimé en pourcentage (%) :

$$(\%) \text{ lipides} = \frac{P2 - P1}{M} \times 100$$

P1 : Poids du ballon vide

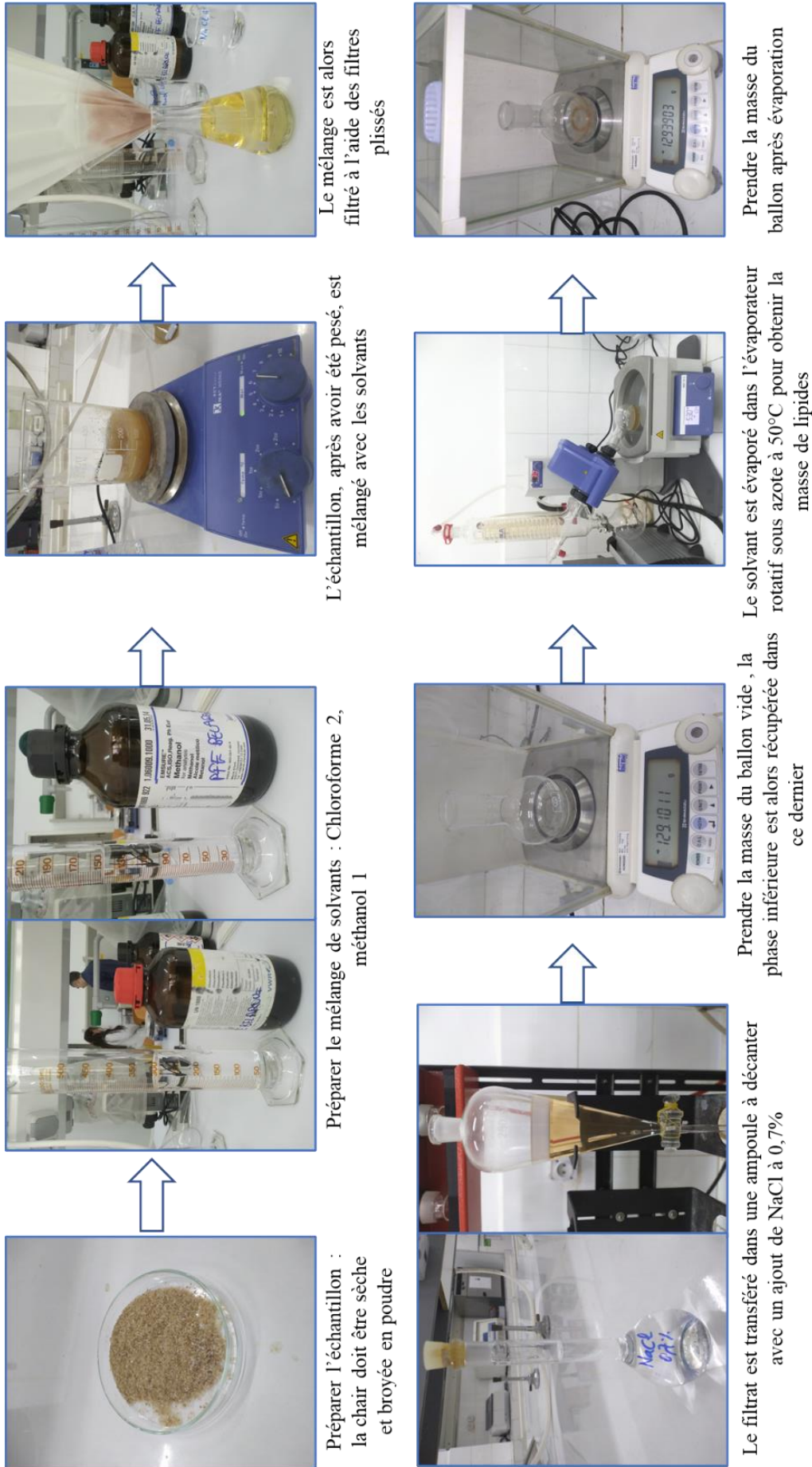
P2 : Poids du ballon contenant les lipide (après évaporation)

M : la masse de la prise d'essai

### 2.3.1.4 Dosage des protéines totales :

Les protéines sont des macromolécules formées par l'assemblage d'acides aminés, eux-mêmes unis par des liaisons peptidiques. Une réaction colorée, très employée pour l'analyse qualitative et quantitative des peptides et des protéines et qui n'est pas donnée par les acides aminés libre, est la réaction de Biuret.

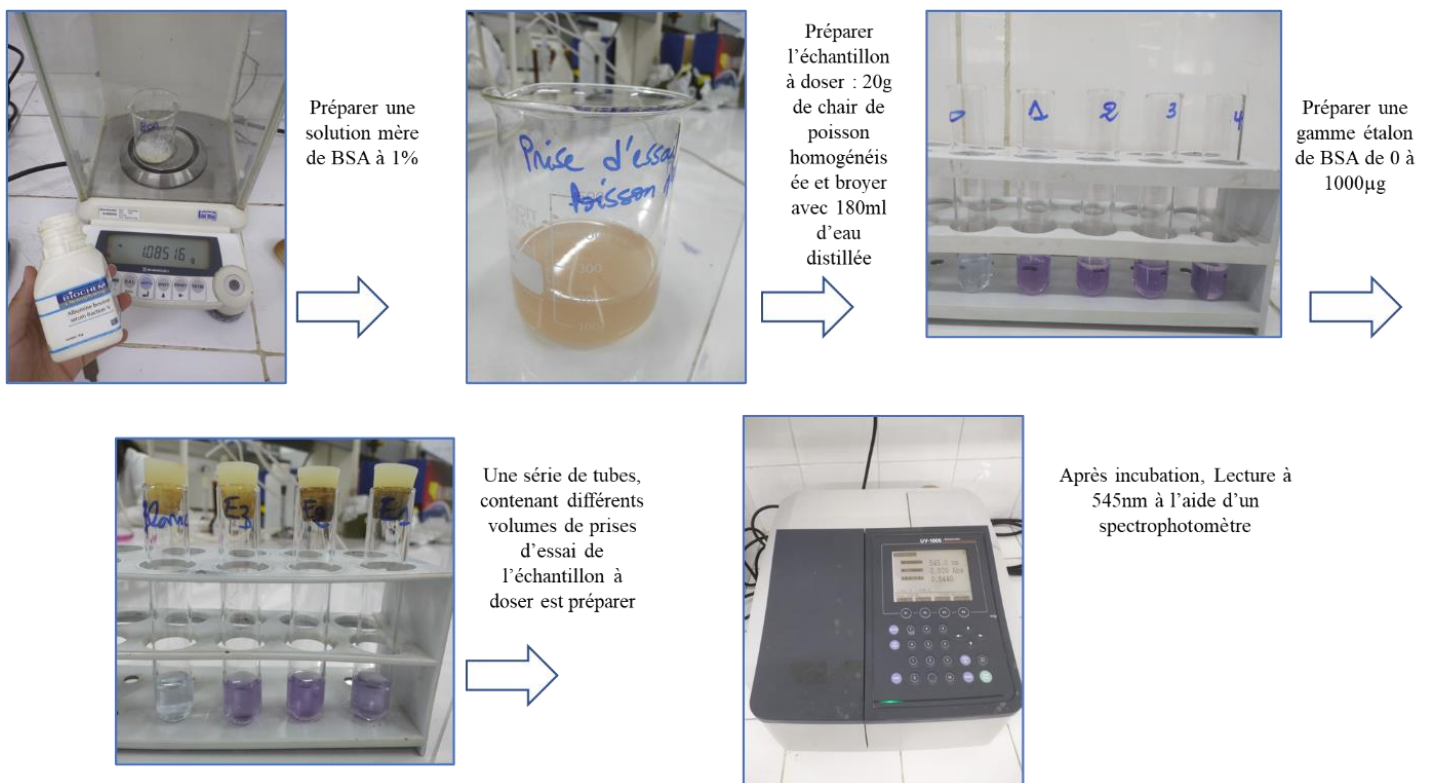
**Principe :** Dans cette réaction, les ions cuivriques (provenant du sulfate de cuivre, un réactif de la réaction) forment avec les liaisons peptidiques un complexe de coloration bleue-violacée en milieu alcalin. Le nombre de liaisons peptidiques, et par conséquent, la concentration en protéines ( C ), déterminent l'intensité de cette coloration. Cette même intensité est mesurable en termes de densité optique (DO) par un spectrophotomètre : c'est le « dosage colorimétrique » où la DO est fonction de la concentration selon la loi de Beer-Lambert :  $DO = f(c)$ .



**Figure 8 :** Protocole de Dosage des lipides par la méthode de Folch (Folch, et al., 1957)

**Mode opératoire (Fig9) :**

- Préparer une solution mère de BSA à 1%.
- Préparer l'échantillon à doser à une dilution de  $10^{-1}$ .
- Préparer une gamme étalon de BSA de 0 à  $1000\mu\text{g}$
- En même temps que la préparation de la gamme étalon, une série de tubes, contenant différents volumes de prise d'essai de l'échantillon (E) à doser, est préparée.
- Incuber à température ambiante de 30 à 90min
- Lecture à 545nm après 35min d'incubation
- Les valeurs obtenues à partir des tubes de la gamme étalon permettent de tracer une droite :  $DO = f(c)$



**Figure 9 :** Protocole de Dosage des protéines par la méthode du Biuret

*CHAPITRE III :*  
*RESULTATS ET*  
*DISCUSSION*

## 1 Détermination de la qualité sensorielle du Tilapia :

Le poisson frais se distingue généralement par son aspect humide et protégé par un léger film transparent, sa fermeté et son odeur (Fig10). Le Tilapia frais possède une odeur accentuer, un aspect brillant, couleurs vives qui vont du rose rougeâtre avec des taches noires au gris, une texture élastique, des écailles brillantes, des yeux convexes et des branchies de couleurs rouge vif et sans mucus.



**Figure 10** : Tilapia rouge (*O. sp*), a: Cornée transparente et pupille noire brillante; b: branchies de couleur rouge vif sans mucus; c: pigmentation vive, consistance très ferme et rigide ainsi qu'un mucus transparent.

Dans le cadre de cette étude, la Méthode de l'Indice de Qualité (QIM) pour l'analyse sensorielle du tilapia combinant le règlement (CE) N 2406/96 a été utilisée pour évaluer la fraîcheur. Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 4 :** Résultats de l'analyse sensorielle du Tilapia des deux fermes

Paramètre	Description	Score	
		Ferme 1	Ferme 2
Apparence générale			
Peau	Pigmentation vive et iridescente	0	0
Consistance de la chair	Très ferme, rigide	0	0
Mucus cutané	Aqueux, transparent	0	0
Yeux			
Cornée	Transparente	0	0
Pupille	Noire brillante	0	0
Forme	Convexe	0	0
Branchies			
Couleur	Vive ; pas de mucus	0	0
Odeur	D'algues marines fraîches ; acre ; iodée	0	0
	Absence d'odeur ou odeur neutre	1	1
Fourchette du score total (points de démerite)		1/24	1/24

Un score de 1/24 est attribué aux deux fermes, cela signifie que le poisson est d'une qualité organoleptique « Extra », ceci est dû aux conditions de pêche (à l'aide d'une senne), transport (dans une glacière avec des poches de glace) et le traitement immédiat des échantillons dans les plus brefs délais.

## 2 Détermination de la qualité hygiénique :

### 2.1 La qualité microbiologique :

La chair du poisson sain vivant ou fraîchement pêché est stérile car le système immunitaire du poisson empêche les bactéries de se multiplier et proliférer dans la chair. À la mort du poisson, le système immunitaire et les barrières s'effondrent, ainsi les bactéries peuvent proliférer librement sur la surface de la peau, des branchies et des intestins vers les muscles.

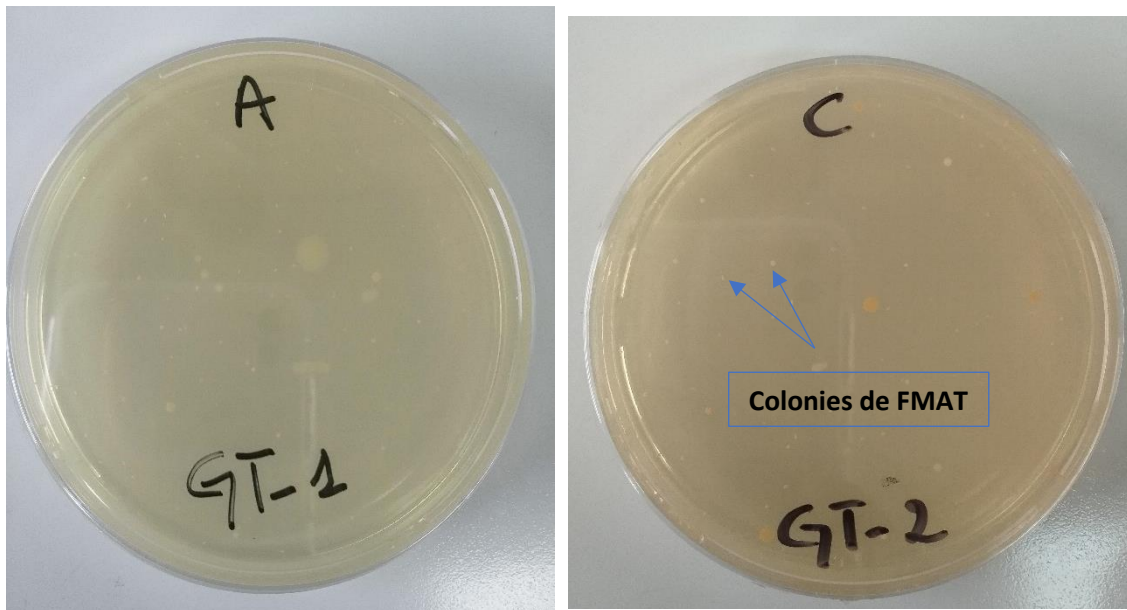
En effet, les bactéries colonisent largement les alvéoles des écailles, pendant le stockage et elles envahissent la chair en se déplaçant entre les fibres musculaires.

L'interprétation globale des résultats des analyses microbiologiques des denrées alimentaires, s'effectue au regard des limites numériques définies par des critères microbiologiques, fixés par le Journal Officiel de la République Algérienne (JORADP, 2017) selon un plan à deux et trois classes. (Voir §2.2.1).

#### ➤ **La Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) :**

Le groupe de la FMAT (auparavant connu sous le nom de Germes totaux) représente un bon indicateur technique de la qualité générale et de la stabilité des produits alimentaires qui renseigne sur la charge microbienne totale d'un aliment, il ne s'agit pas d'un groupe taxonomique particulier mais de l'ensemble des bactéries capables de se développer en aérobiose à 30°C.

Dans notre cas « un plan à trois classes » où la moyenne de la charge bactérienne dans la chair du tilapia des fermes 1 et 2 est respectivement  $1.3 \times 10^3$  UFC/g et  $1.9 \times 10^3$  UFC/g (Fig11). Les deux échantillons, largement en dessous de la valeur critique « m » ( $10^6$  UFC/g).

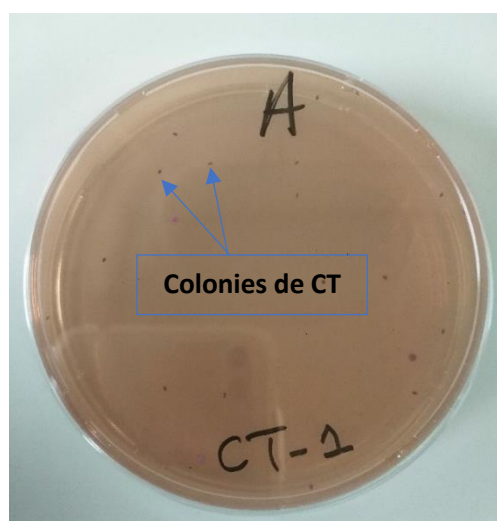


**Figure 11** : Colonies de FMAT présentes dans la chair du Tilapia des deux fermes

➤ **Les coliformes totaux :**

Ces bactéries regroupent plusieurs espèces dont les animaux constituent des hôtes réguliers. Ce sont des contaminants très fréquents se développant d'une manière très abondante et correspondent à la flore d'altération.

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux montrent leur présence en très faible quantité (Fig12) avec une moyenne de 15 UFC/g dans la chair du tilapia de la Ferme 1 et leur absence totale dans la chair du tilapia de la Ferme 2.



**Figure 12** : Colonies de coliformes totaux

➤ **Coliformes thermotolérants et *E. coli* :**

La présence de ces coliformes en grandes quantités est un indicateur d'une contamination par matière fécale, ce sont des bactéries qui présentent l'aptitude à se multiplier et fermenter le lactose avec production de gaz à 44°C.

L'analyse de la chair des deux échantillons a démontré l'absence de contamination par les coliformes thermotolérant et de *E. coli* (0 UFC/g) (Fig13). Les boites étant très faiblement chargées (moins de 30 colonies par boite) sont considérées non significatives pour le dénombrement et sont jetées.



**Figure 13 :** Colonies des coliformes Thermotolérants

➤ **Staphylocoques à coagulase + :**

Qu'on a constaté la présence des colonies caractéristiques et non caractéristiques (Fig14. a et b) sur les boites on a procédé à prélever 3 à 5 colonies caractéristiques et réaliser la recherche de la coagulase sur la gélose Baird-Parker + supplément RPF (Fig14. c).

Le test de la coagulase sur gélose Baird-Parker + supplément RPF s'est révélé négatif (Fig14. c), de ce fait les deux échantillons sont dépourvus de staphylocoques à coagulase + (0UFC/g).

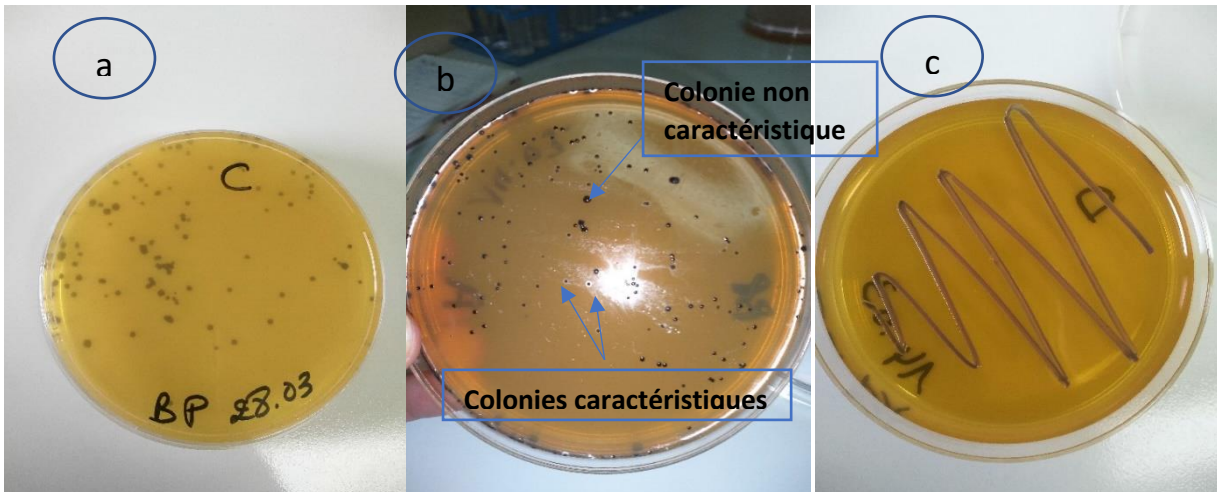


Figure 14 : a, b : colonies de Staphylococcus c :test de coagulase négatif

➤ **Les Salmonelles :**

Les salmonelles forment un genre de protéobactéries appartenant à la famille des entérobactéries, ce sont des bactéries qui s’accumulent au niveau du système digestif. Elles peuvent entraîner des symptômes de gastro-entérite et parfois des infections graves.

Après un pré-enrichissement, un enrichissement et ensuite un ensemencement sur milieu Hecktoen, une suspicion de salmonelles : colonies bleu-vert à centre noir dans l’échantillon 2 a été constaté.

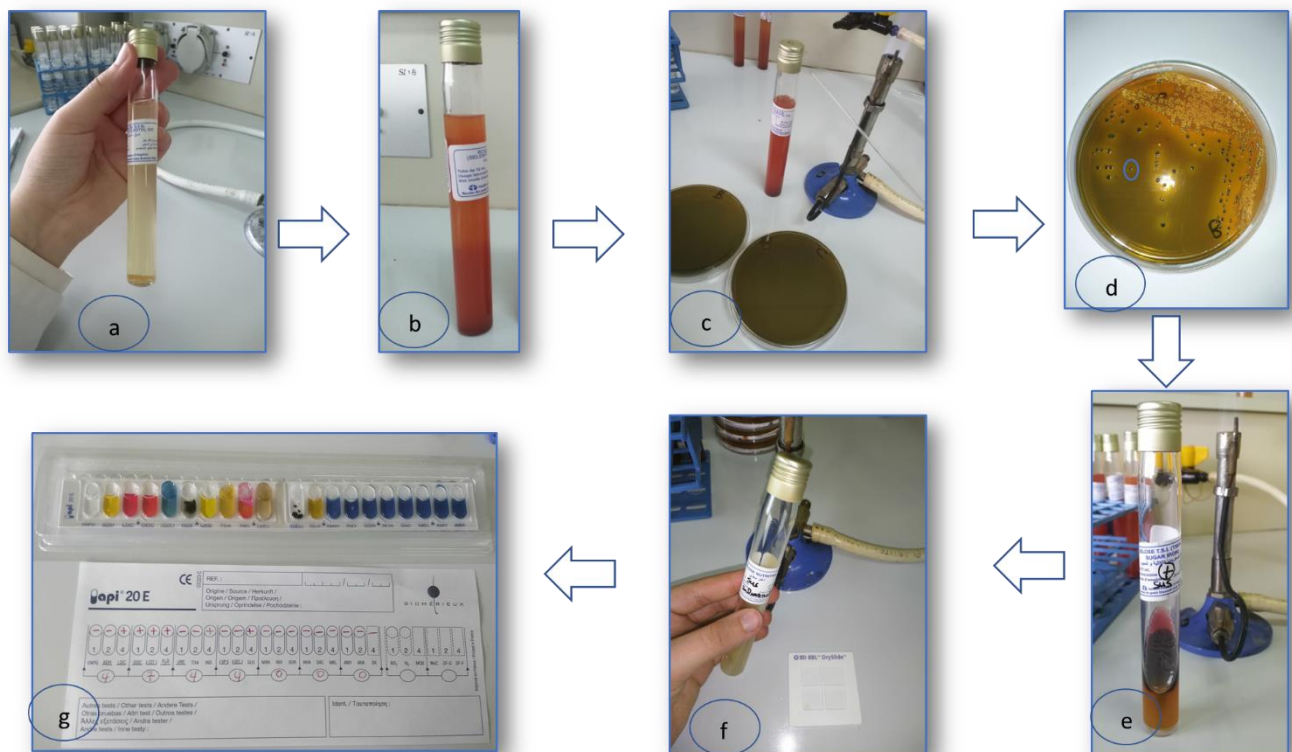
Une série de tests de confirmation dont :

- L’ensemencement sur les tubes TSI (Fig15. e) : après 24h d’incubation, une suspicion de salmonelles sur les tubes TSI se traduit par :

Tableau 5 : Caractères biochimiques des salmonelles sur les tubes TSI

Paramètre	Glucose	Lactose	Saccharose	Gaz	H <sub>2</sub> S
Salmonelle	+	-	-	+	+
Aspect	Culot jaune	Pente rouge/inchangée	Pente rouge/inchangée	Présence des bulles	Pique centrale dans le culot est noir

- Test d'oxydase (Fig15. f) : après frottement d'une colonie fraîche sur le disque d'oxydase, le test s'est révélé négatif (absence de coloration) ; sachant que les salmonelles possèdent une oxydase (-), la prochaine étape a été entamé.
- Galerie API20E : les salmonelles sont classiquement : ONPG (-), Lactose (-), LDC (+), ODC (+), Citrate (+), Indole (-), TDA (-). Les résultats de toutes les réactions sont notés sur la fiche ou les tests sont regroupés en groupe de 3, et une valeur (1, 2 ou 4) est indiquée pour chacun. Additionner à l'intérieur de chaque groupe les nombres correspondants aux test positifs. On obtient un nombre à 7 chiffres qui sert de code d'identification. On a procédé à l'identification avec un logiciel et le germe s'est révélé une bactérie courante dans les eaux : *Edwardsiella tarda*. (ASPC, 2010).



**Figure 15** : Recherche et dénombrement des salmonelles ; a: Bouillon SFB d'enrichissement ; b: Bouillon d'enrichissement SFB après 24h d'incubation ; c: isolement sur milieu Hektoen ; d: colonies vertes à centre noir suspectes de salmonelles ; e: ensemencement des colonies suspectes sur tubes TSI ( Tube TSI positif → suspicion salmonelles) ; f: purification sur gélose nutritive inclinée et Tests biochimique dont l'oxydase (oxydase -) ; g: lacement d'une galerie API20E

**❖ Synthèse (Tableaux 6 et 7) :**

Les germes aérobies mésophiles sont des germes « test d'hygiène » du fait qu'ils rendent compte de l'hygiène générale ou d'une conservation inefficace. De même, le taux de la flore totale dans les poissons donne une idée sur l'état de décomposition du produit et constitue de ce fait un indice de la qualité sanitaire (Anihouvi, *et al.*, 2009). Les résultats des analyses microbiologiques des deux échantillons révèlent que la présence de la FMAT dans la chair ne représente pas un danger sur la santé humaine car sa charge est infiniment faible ( $1.3 \times 10^3$  et  $1.9 \times 10^3$  UFC/g) et reste non significative devant les critères normatifs fixés par la loi algérienne (JORADP, 2017).

Les analyses ont démontré l'absence des coliformes totaux, coliformes thermotolérants, *E. coli* et des Staphylocoques à coagulase positive dans les deux échantillons (0UFC/g).

L'absence des salmonelles dans les deux échantillons est un indicateur que le poisson d'élevage est de qualité satisfaisante. En revanche la bactérie retrouvée dans l'échantillon 2 *Edwardsiella tarda* peut causer des infections intestinales et extra-intestinales chez les humains dans le cas où le poisson est consommé cru ou n'est pas nettoyé et cuit d'une façon convenable (au moins 65°C pendant 5 à 6 minutes) (Pasteur Institut, 2021) (ASPC, 2010).

Afin de juger la qualité bactériologique globale de nos échantillons de poisson, tous les paramètres sont pris en considération. Les résultats obtenus, comparés aux critères microbiologiques établis par la réglementation en vigueur (JORADP, 2017), nous permettent de qualifier les deux échantillons de qualité microbiologique « satisfaisante ».

Tableau 6 : Résultats des analyses microbiologiques de la Ferme 1

Germes	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g)		Résultats (UFC/g)	Qualité microbiologique
	n	c	m	M		
<b>Germes aérobies à 30°C (FMAT)</b>	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	Satisfaisante
<b>Coliformes totaux</b>	5	2	<10 <sup>4</sup>		0	
<b>Coliformes thermotolérants</b>	5	2	10	10 <sup>2</sup>	0	
<b>E-coli</b>	5	2	230		0	
<b>Staphylocoques à coagulase +</b>	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	0	
<b>Salmonelles</b>	5	0	Absence dans 25g		Absence	

Tableau 7 : Résultats des analyses microbiologiques de la Ferme 2

Germes	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g)		Résultats (UFC/g)	Qualité microbiologique
	n	c	m	M		
<b>Germes aérobies à 30°C (FMAT)</b>	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>	1.9×10 <sup>3</sup>	Satisfaisante
<b>Coliformes totaux</b>	5	2	<10 <sup>4</sup>		15	
<b>Coliformes thermotolérants</b>	5	2	10	10 <sup>2</sup>	0	
<b>E-coli</b>	5	2	230		0	
<b>Staphylocoques à coagulase +</b>	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	0	
<b>Salmonelles</b>	5	0	Absence dans 25g		Absence	

Compte tenu des conditions de la pêche des échantillons des bassins d'élevage et du transport dans des glacières (qui n'a pas dépassé 1h), les conditions d'asepsie totale et le respect des bonnes pratiques d'hygiène ainsi que le suivi rigoureux du protocole (Norme ISO 9000:2015) dans le laboratoire au sein de l'Institut Pasteur d'Algérie, les résultats s'avèrent logiques et satisfaisants (Tableaux 6 et 7).

## 2.2 La qualité chimique :

### 2.2.1 Le Taux d'ABVT et de la TMA :

Ammoniac, DMA, TMA ainsi que des amines primaires à faible poids moléculaire sont des molécules regroupées sous la dénomination des bases volatiles et constituent l'azote basique volatil total, ce sont des composés essentiellement issus de la dégradation (par voie bactérienne ou autolytique) de l'OTMA et d'acides aminés (Ifremer, 2008).

Les valeurs seuils de l'ABVT et TMA à partir desquelles le poisson devient impropre à la consommation humaine sont représentés dans le tableau 8 (Ifremer, 2008) (JORADP, 2011):

**Tableau 8:** Normes d'ABVT et du TMA

Etat de fraîcheur	ABVT		TMA	
	CE	NA	CE	NA
<b>Satisfaisant</b>	<20		<17	
<b>Acceptable</b>	20-25	35	17-40	15
<b>Non satisfaisant</b>	>25		>40	

NA : Norme Algérienne ; CE : Cotation Européenne

**Tableau 9 :** Valeurs de l'ABVT et du TMA enregistrées dans la présente étude

Echantillon	ABVT	TMA	Appréciation de la qualité
<b>Ferme 1</b>	7.7	1.54	Satisfaisante
<b>Ferme 2</b>	6.78	0.67	Satisfaisante

Les résultats, obtenus suite à l'analyse des deux échantillons représentés dans le Tableau 9, permettent de classer le tilapia des deux fermes dans la catégorie « satisfaisant » car les valeurs (7.7 et 6.78 mg/ 100g de chair pour l'ABVT et 1.54 et 0.67 mg / 100g de chair) sont nettement au-dessous des critères normatifs européens et algériens (Ifremer, 2008) (JORADP, 2011). Dergal (2015), dans le cadre d'évaluation d'un système de management de la sécurité et la

qualité du tilapia issu d'aquaculture, a démontré que l'évolution des taux de l'ABVT et du TMA est linéaire en fonction du temps et que le tilapia fraîchement prélevé contient une faible concentration de ces derniers.

De ce fait, les valeurs enregistrées dans la présente étude sont cohérents vu que la durée entre l'échantillonnage et l'analyse est très réduite et les règles de stockage (3 jours pour l'échantillon de la ferme 1 et 6 jours pour la ferme 2 à -18°C entre la pêche et l'analyse) et du transport pendant cette période ont été respectées. Selon Mohamed et *al.*, (2019), les poissons Tilapia congelés conservent leur qualité pendant une période de stockage de 6 mois selon les critères de qualité physico-chimiques.

### 3 Détermination de la qualité nutritionnelle :

#### 3.1 La teneur en eau :

Étant donné que l'eau est la principale composante de la chair du poisson, la majeure proportion du tilapia est marquée par le taux élevé d'humidité (80.46 et 79.27 % pour les deux échantillons). Ces valeurs sont incluses dans les intervalles cités par le NUTRAQUA (2022) Tableau 1 « 77.9 - 80 % » et les résultats rapportés par les différents autres auteurs (Tableau 11).

#### 3.2 Teneur en cendres :

La teneur en sels minéraux est respectivement 2.1 % et 2.88 % pour la ferme 1 et la ferme 2. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles rapportées par les différents auteurs (Tableau 11) (0.37 – 0.85%).

#### 3.3 Teneur en protéines :

Déterminée par une réaction mettant en évidence les liaisons peptidiques impliquée dans un dosage calorimétrique à 545nm. Après extrapolation avec la courbe d'étalonnage (ANNEXES V) les teneurs en protéines sont représentées dans le (Tableau 10).

**Tableau 10** : Résultats de la lecture au spectrophotomètre à 545nm des échantillons

	Ferme 1	Ferme 2
<b>Protéines totaux (%)</b>	16.34	16.21

Les taux de protéines enregistrés dans la présente étude sont de 16.34 % pour la Ferme 1 et 16.21 % pour la Ferme 2, comparés aux teneurs rapportées par les différents auteurs (13.9 % - 18.52 %) (Tableau 11), le tilapia de ces deux fermes est considéré comme moyennement riche en protéines.

### 3.4 Teneur en lipides :

Les teneurs en lipides obtenues pour les échantillons des Fermes 1 et 2 sont respectivement 2.96 % et 5.39 %. Ces taux sont largement supérieurs aux valeurs rapportées par les différents auteurs (0.33 % - 2.72 %) (Tableau11).

Sur la base de ces résultats, le tilapia est classé dans la catégorie des poissons maigres (<5%) ou semi-gras (5 à 8 %) (Zakhia, 1992).

#### ❖ Synthèse (Tableau 11) :

Les teneurs en protéines et en lipides dans la chair sont cruciales pour évaluer la valeur nutritionnelle du poisson, sachant que les spécimens analysés sont de différents sexes et tailles : un male de 177g pour la ferme 1 et une femelle de 450g pour la ferme 2.

Ahmed, *et al.*, (2001) ont démontré que la teneur en protéines de la chair de poisson est affectée par la taille de celui-ci et par la teneur en protéines de l'aliment. Bien que, l'aliment produit localement (avec 27 % de protéines), répond aux besoins de la croissance du Tilapia, il reste insuffisant pour les stades alevins et géniteurs dont les taux recommandés sont de 30 à 40 % (Lazard, *et al.*, 2019).

La teneur enregistrée pour la ferme 1 (16.34%), légèrement en dessous des normes (NUTRAQUA, 2022), pour un aliment contenant 37% de protéines ; est due à la taille des individus analysés (177g).

Par ailleurs, les taux en lipides des muscles composant les filets, varie non seulement en fonction des espèces mais également, pour une espèce donnée, en fonction des individus (Fontagné-Dicharry & Médale, 2010).

Les proportions en lipides varient aussi avec l'âge et la taille des individus, le cycle sexuel et le type d'aliment. En effet, elle augmente avec la teneur en lipide de l'aliment, ce qui explique le taux élevé dans l'échantillon E2, Henderson et Tocher (1987) *in* (Fontagné-Dicharry & Médale, 2010).

Les pratiques actuelles en élevage tendent à l'utilisation d'aliment haute énergie, riches en lipides. L'apport énergétique supplémentaire sous forme de lipides permet une épargne des protéines alimentaires ainsi une diminution des rejets azotés.

Enfin, au regard de l'ensemble des résultats, les échantillons de tilapia des deux fermes constituent une bonne source de protéines animales, de lipides et de sels minéraux et se prêterait bien aux technologies alimentaires.

**Tableau 11 :** Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse nutritionnelle comparés à la bibliographie

	Eau (%)		Protéines (%)		Lipides (%)		Cendres (%)	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
<b>La présente étude</b>	80.46	79.27	16.34	16.21	2.96	5.39	2.1	2.88
<b>(DERGAL, 2015)</b>	80.7		17.3		0.33		0.59	
<b>(Tongnuanchan, <i>et al.</i>, 2011)</b>	85.73		13.9		1.08		0.49	
<b>(EMIRE, <i>et al.</i>, 2009)</b>	79.87		18.52		0.98		0.37	
<b>(Ibrahim, <i>et al.</i>, 2008)</b>	78.99		17.42		2.72		0.85	

# *CONCLUSION*

## CONCLUSION

Le but de ce travail est d'évaluer la qualité du tilapia (*Oreochromis sp.*) élevée dans deux fermes aquacoles algériennes sur trois aspects : organoleptique, hygiénique et nutritionnel et la comparée aux normes algériennes en vigueur ainsi qu'avec les résultats de différents auteurs.

Il en ressort que les échantillons des deux fermes sont d'excellente qualité organoleptique et hygiénique.

En effet, la charge bactérienne représentée par la FMAT, les coliformes totaux et thermotolérants, et *E. coli* dans les deux échantillons analysés est nettement en dessous des valeurs critiques fixées par la réglementation algérienne en vigueur.

On note également l'absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus* à coagulase + et salmonelles).

De même, en ce qui concerne l'état de fraîcheur ainsi que la qualité chimique, les résultats ont démontré que les deux lots sont de qualité « Extra ». En effet, les taux moyens d'ABVT et de TMA sont inférieurs, dans l'ordre, aux seuils imposés par les normes européennes (**20 et 17 mg/100 g**) et les normes algériennes (**35 et 15 mg/100mg**).

La chair du tilapia du Nile élevée dans la ferme 1 est globalement constituée de **80.46 %** d'eau, **16.34 %** de protéines, **2.96 %** de lipides et de **2.1 %** de cendres ; cette composition est presque similaire à celle enregistrée dans les lots issus de la ferme 2 dont les teneurs sont de : **79.27 %** d'eau, **16.21 %** de protéines, **5.39 %** de lipides et **2.88 %** de cendres.

Elles constituent donc une bonne source de protéines animales et se prêterait bien aux technologies alimentaires (la transformation).

Cette étude est loin d'être exhaustive et des perspectives sont à envisager, notamment :

- Identifier sur le plan morphologique et génétique le tilapia rouge hybride ;
- Compléter cette étude par une évaluation de la qualité chimique tel que le dosage des métaux lourds, et de la qualité nutritionnelle telle que la teneur en vitamines, la composition minérale ainsi que la nature des lipides ;
- Adapter le système et les techniques d'élevage aux ressources disponibles localement en intégrant la dimension sociale de l'activité aquacole dans le cadre du développement durable.

### Bibliographie

**Abed Fouzia, Beloufa Fatiha (2019).** *Qualité nutritionnelle du Tilapia rouge (Oreochromis sp) nourri par deux aliments expérimentaux.* Mémoire de fin d'études : Master. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn-Badis ;Faculté des Sciences de la Vie.

**Adoumandjali, Gratien (2020).** Variabilité génétique, moléculaire et quantitative tu Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus,1758) dans le bassin du Congo. Thèse de doctorat.

**Ahmed, H Mohammad, Abdel-Tawwab, Mohsen et Khattab, Yassir A E. (2001)** *Effects of dietary protein levels on growth performance and protein utilization in Nile Tilapia with different initial body weights .* Central Laboratory for Aquaculture Research, Abbassa, Abo-Hammad, Sharkia, Egypt.

**AlHafedh, Y S. (2001).***Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile tilapia, (Oreochromis niloticus).* Aquaculture Research, Vol. 30, p.p. 385 - 393.

**Anihouvi, V. et al. (2009).** Biochemical changes and aroma development during the spontaneous fermentation of cassava fish into lanhouin and their influence on product acceptability, p.p. 370-384.

**ASPC. (2010).** Fiche Technique Santé-Sécurité : Agents Pathogènes – Edwardsiella tarda. Agence de la santé publique du Canada,. [En ligne]. [Consulté le 28/03/2022] disponible sur : <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/edwardsiella-tarda.html>

**Assogba, Martinien Hospice Mahussi, et al. (2018).** Qualité de la Chair des Poissons : Facteurs de Variations et Impacts des Procédés de Transformation et de Conservation. Vol. 10, p.p. 333-358.

**Belco Latifou, Akim, et al. (2019).** Changements Post Mortem et Evaluation de la Qualité du Poisson Destiné à la Consommation Humaine : Revue de la Littérature. 2019, Vol. 17, p.p. 111-141.

**Bezault , Etienne , et al. (2011).** Spatial and temporal variation in population genetic structure of wild Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) across Africa.

## Bibliographie

---

**Bogninou, Camille F. (2018).** Evaluation des performances de 4 aliments proFISH sur l'espèce *Oreochromis niloticus* élevé en bassin au sud du Bénin.

**Bradford, Marion, M. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, p.p. 248-254 .

**Cahu, C. (2004).** Domestication et fonction nutrition chez les poissons. Paris : *INRA Production Animale*, p.p. 205-210.

**Dergal, Nadir Boudjlal. (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.* Thèse de doctorat. Université d'Oran 1, Algérie ; Université de Liège, Belgique.

**Derouiche E. Azaza, M.S Kraiem M. (2009).** Essai d'acclimatation du tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* dans la retenue du barrage Lena (CapBon, Tunisie). [éd.] INSTM. 2009, Vol. 36, p.p. 92-97.

**Dhraief Mohamed Naceur, Azaza M. S. , Kraiem M. (2010) .** « Etude de la reproduction du tilapia du nil" *Oreochromis niloticus*" en captivité dans les eaux géothermales du sud Tunisien. ».

**Emire, Shimelis A. Et Gebremariam, Mekonnen M. (2009).** Influence of frozen period on the proximate composition and microbiological quality of nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). Vol. 34, pp. 743-757.

**FAO (2022).** *Statistiques des peches et de l'aquaculture. Production mondiale par source de production 1950-2020 (FishStatJ).* In : Division des peches et de l'aquaculture de la FAO [en ligne]. Disponible sur : <https://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>

**Fishelson L , Pruginin Y. (1988).** Intensive Tilapia Farming in Brackishwater from an Israeli Deset Aquifer. [éd.] Rajdamnern Ave., Bangkok, Thailand Departement of Fisheries. *The second International Symposium on Tilapia in Aquaculture*, p.p. 75-81.

**Folch, J, Lees, M & Sloane-Stanley, GH. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissus, p.p. 226:497-509 .

## Bibliographie

---

**Fontagné-Dicharry Stéphanie , Médale Françoise. (2010).** *Les lipides des poissons d'aquaculture et leurs facteurs de variation*. OCL - Oilseed and fats, corps and lipids, Vol. 17, p.p. 209-213.

**Frimpong, Emmanuel, et al. (2014).** « Effects of two environmental best management practices on pond water and effluent quality and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* », p.p. 652-675.

**Gennotte, V. et al. (2012).** Cortisol is responsible for positive and negative effects in the ovarian maturation induced by the exposure to acute stressors in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, p.p. 1619-1626.

**Gourmelon, M. et al. (2002).** *Dénombrement des coliformes thermotolérants ou des Escherichie coli dans des sédiments cotiers vaseux* . Brest : IFREMER.

**Hocine, Nour ElHouda. (2017).** *Evaluation de la qualité organoleptique, hygiénique et nutritionnelle du tilapia du Nil Oreochromis niloticus* . Mémoire de fin d'études : Master

**Huss, H. (1999).** *La qualité et son évolution dans le poisson frais* : FAO document technique sur les peches, p. 348.

**Ibrahim SM. , El-Sherif SA. (2008).** Effects of some plant extracts on quality aspects of frozen tilapia (*oreochromis niloticus*) fillets. Vol. 2, p.p. 62-66.

**Ifremer. (2008).** Fiche de synthèse sur l'ABVT.[consulté le 21/04/2022] disponible sur : [http://bibliomer.ifremer.fr/documents/fiches/fiche\\_synthese\\_ABVT.pdf](http://bibliomer.ifremer.fr/documents/fiches/fiche_synthese_ABVT.pdf)

**Ipungu L. et al. (2015)** *L'étude de la croissance de Oreochromis niloticus par la fertilisation des étangs : le cas de la ferme Naviundu Lubumbashi*. 2015, Journal of applied biosciences 91, p.p. 8503-8510.

**JORADP (1998).** JORADP N° 35. *Journal Officiel de la République Algérienne* . 27 MAI 1998.

**JORADP (2011).** JORADP N°25. *Journal Officiel de la République Algérienne* .27 AVRIL 2011.

## Bibliographie

---

**JORADP (2017).** JORADP N°39. *Journal Officiel de la République Algérienne*. 02 JUILLET 2017.

**Kestemont P. , Micha J.C. , Falter U. (1989).** Les Méthodes de Production d'Alevins de *Tilapia Nilotica*. ADCP/REP/89/46 [En ligne] [consulté le 02/05/2022].disponible sur : <https://www.fao.org/3/t8655f/t8655f00.html>.

**Kraïem M. , Azaza M.S. (2007).** Etude de la tolérance a la température et a la salinité chez le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L.) élevé dans les eaux géothermales du sud tunisien. Vol. 34, p.p. 145-155.

**Lacroix, E. (2004).** Pisciculture en zone tropicale : Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.

**Lazard. (2009).** La pisciculture des tilapias. *Cahiers Agriculteurs*. Vol. 18 , pp. 174-182.

**Lazard Jérôme , Azaza Mohamed Salah. (2019).** *Guide technique pour le développement de la pisciculture intégrée en Algérie*. Alger : DIVECO 2 ; Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la peche.

**Lebret, B. et Picard, B. (2015).** *Les principales composantes de la qualité des carcasses et des viandes dans différentes espèces animales*. Paris : INRA production animal , p.p. 93-98.

**Leduc, François. (2011).** *Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques*. Alimentation et Nutrition, Thèse de Doctorat. Université des sciences et technologies (Lille 1) . tel-02811367 .

**Léveque Christian, Paugy Didier , G.Teugels. (2003).** *faune des poissons d'eaux douces et saumâtres l'Afrique dde l'Ouest. Tome II*. Paris, France : IRD Editions, Publications Scientifiques du Muséum, MRAC., 2003, p.p. 520-523.

**Luquet, P. et Moreau, Y. (1989).** Energy - Protein management by some warmwater finfishes. [éd.] Aquacop IFREMER. *Advances in tropical aquaculture*, p.p. 751 - 755.

**Mélard, C. (2014).** Base biologique de l'aquaculture : biologie de la reproduction 3.

**Mohamed, HR, et al. (2019).** Changes in biochemical criteria of tilapia fish samples during frozen storage at -18°C for 180 days and their fried products. Vol. 5, p. 139.

## Bibliographie

---

**MPPH. (2022).** *Ministère de la pêche et des productions halieutiques.* Production du Tilapia 2019-2020.

**Nelson, Joseph. (2006).** *Fishes of the World.* 4e. Hoboken, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.

**Nelson, Joseph S, et al. (2004).** Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico, Sixth Edition. [éd.] American Fisheries Society. *American Fisheries Society Special Publication.*

**Nnenna, E Uzoigwe, et al. (2021).** *Assessment of bacterial contamination of beef in slaughterhouses in Owerri zone, Imo state, Nigeria.* July 2021, Scientific African, Vol. 12.

**Norme ISO 9000:2015.** *Systèmes de management de la qualité principes essentiels et vocabulaire.*

**NUTRAQUA. (2022).** Projet "composition nutritionnelle des produits aquatiques". NUTRAQUA.[En ligne] [Consulté le 25/03/2022]. Disponible sur : [https://www.nutraqua.com/fr/compositions.html?product\\_id=47&view=product](https://www.nutraqua.com/fr/compositions.html?product_id=47&view=product).

**Olopade, Olaniyi Alaba, et al. 2016.** *Proximate Composition of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (Red Tilapia) from Oyan Lake, Nigeria*, Bulletin UASVM Food Science and Technology, Vol. 73.

**Ouattara Nahoua Issa, Iftime Alexandru , Mester Lotus Elena. (2009).** âge et croissance de deux espèces de cichlidae *Oreochromis niloticus* (linnaeus, 1758) et *sarotherodon melanotheron* (rüppell, 1852) du lac de barrage d'ayamé (côte d'ivoire, Afrique de l'ouest). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle*, p.p. 313-324.

**Oussaid, M. (2022).** *FAO. Algérie. Fisheries and Aquaculture Division [online].* Rome <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/dz/fr>

**Pasteur Institut. (2021).** Fiche des maladies : les salmonelloses. [En ligne] [consulté le 05/05/2022] disponible sur : <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/salmonellose>

## Bibliographie

---

- Paugy, Didier, et al. (2007).** *Poissons d'eaux douces et saumâtres de basse Guinée, Ouest de l'Afrique centrale : Volume2*. Paris, France : Muséum national d'histoire naturelle, p.p. 270-278.
- Peña-Mendoza, B., et al. (2005).** Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, Mexico, pp. 515-522.
- Ross, L.G. (2000).** Environmental physiology and energetics. [auteur du livre] Beveridge M.C.M. et McAndrew B.J. *Tilapias: Biology and Exploitation. Fish and Fisheries Series*. Springer, Dordrecht. Vol. 25.
- Sikorski, Zdzisław, Kołakowska, Anna et Sun Pan, Bonnie . (1990).** The Nutritive Composition of the Major Groups of Marine Food Organisms. [auteur du livre] Zdzisław E. Sikorski. *Seafood: Resources, Nutritional Composition, and Preservation*. 1ere édition CRC Press, 1990, p.p. 26-55.
- Tocher, D.R., et al. (2001).** Nutritional regulation of hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition in zebrafish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*), p.p. 309-320.
- Tongnuanchan, Phakawat, Benjakul, Soottawat et Prodpran, Thummanoon. (2011).** Roles of lipid oxidation and pH on properties and yellow discolouration during storage of film from red tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle protein. Vol. 25, p.p. 426-433.
- Trewavas, Ethelwynn. (1983).** Tilapine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia . London. UK. : British Museum Of Natural History, p.p. 139-140 .
- Watan-dz, (2022).** *Chambre Algérienne de la Pêche et de l'aquaculture : Des points de vente dans la capitale*. [En ligne] [Consulté le 02/06/2022] disponible sur : <https://elwatan-dz.com/chambre-algerienne-de-la-peche-et-de-laquaculture-des-points-de-vente-dans-la-capitale>
- Zakhia, Nadine. (1992).** *Le séchage du poisson (Tilapia spp.) Etude de la relation procédé-qualité du produit application de terrain au Mali*. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA) .

## *Bibliographie*

---

# *ANNEXES*

**Annexe I : Milieux de culture**

**Bouillon SFB :**

Le bouillon SFB au sélénite-cystine est recommandé pour la recherche et l'enrichissement sélectif des salmonelles dans les produits alimentaires

➤ Composition (g/L) :

Peptone.....5  
Tryptone.....5  
Mannitol.....4  
Disodique.....4  
L.cystine.....0.2

**Gélose V.R.B.L :**

Gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre est utilisée pour le dénombrement de certaines Entérobactéries (E. coli, Citrobacter, Klebsiella, Enterobacter).

➤ Composition (g/L) :

Peptone de viande.....7  
Extrait de levure.....3  
Glucose ou Lactose.....10  
Sels biliaries.....2  
Chlorure de sodium .....5  
Cristal violet.....0.002  
Rouge neutre.....0.03  
Agar.....18

**Milieu HEKTOEN :**

La gélose Hektoen est un milieu sélectif permettant l'isolement et la différenciation des Entérobactéries pathogènes à partir des prélèvements les plus divers

➤ Composition (g/L) :

Peptone pepsique de viande.....15  
Extrait de viande .....3  
Extrait de levure .....3  
Lactose.....12  
Salicine.....2  
Saccharose.....12  
Chlorure de sodium.....5  
Sels biliaries .....4  
Bleu de Bromothymol .....0.064  
Fuchsine acide.....0.1  
Agar.....18

**Milieu de BAIRD-PARKER :**

Milieu sélectif pour la recherche et le dénombrement des *Staphylococcus aureus* dans les prélèvements biologiques, produits pharmaceutiques, les produits cosmétiques et alimentaires

➤ Composition (g/L) :

Extrait de viande .....5  
Extrait de levure .....1  
Peptone de caséine .....10  
Pyruvate de sodium.....10  
Glycine.....12  
Chlorure de lithium.....5  
Agar.....18

**Agar PCA :**

Milieu nutritif exempt d'inhibiteurs et d'indicateurs, surtout pour la détermination du nombre total de germes.

➤ Composition (g/L) :

Peptone de caséine .....5  
Extrait de levure.....2.5  
Glucose.....1  
Agar.....18

## ANNEXES

---

### Annexe II : Solutions ABVT et TMA :

#### 1. Solution d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) à 0.1N :

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .....2N  
98.08g.....2N  
X g.....0.1N

$$X = 98.08 \times 0.1 / 2 = 4.9g$$

$$V = m/d$$

V: volume

m : masse moléculaire

d : densité = 1.84

$$V = 4.9 / 1.84 = 2.66ml$$

Pour avoir une solution d'acide sulfurique à 0.1N, il faut prendre 2.66ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 100% que l'on complète à 1 litre

#### 2. Hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.1N

40g de (NaOH) dans 1 litre = 1N

4g de (NaOH) dans 1 litre = 0.1N

#### 3. Oxyde de magnésium (MgO) à 5% :

5g de MgO à compléter avec 1 litre d'eau distillée

#### 4. Indicateur mixte :

Dissoudre 0.2g de rouge de méthyle dans 200ml d'eau distillée et 0.1g de bleu de méthylène dans 100ml d'alcool.

## ANNEXES

### Annexe III : Schéma de la Méthode d'indice de Qualité (QIM) pour l'analyse sensorielle du tilapia (*Oreochromis niloticus*) combinant le règlement (CE) N 2406/96 et la Méthode de Baixas et al., 2003 (DERGAL, 2015)

Paramètre de qualité	Description	
<b>Apparence générale</b>		
Peau	Pigmentation vive et iridescente	0
	Pigmentation vive mais sans éclat	1
	Pigmentation ternie en voie de décoloration	2
	Pigmentation ternie	3
Consistance de la chair	Très ferme, rigide	0
	Assez rigide, ferme	1
	Un peu molle	2
	Molle (Flasque)	3
Mucus cutané	Aqueux, transparent	0
	Légèrement trouble	1
	Laiteux	2
	Gris jaunâtre, mucus opaque	3
<b>Yeux</b>		
Cornée	Transparente	0
	Légèrement Opalescente	1
	Opalescente	2
	Laiteuse	3
Pupille	Noire brillante	0
	Noire ternie	1
	Opaque	2
	Grise	3
Forme	Convexe	0
	Convexe et légèrement affaissée	1
	Plate	2
	Concave au centre	3
<b>Branchies</b>		
Couleur	Vive ; pas de mucus	0
	Moins colorée ; mucus transparent	1
	Brune / grise se décolorant ; mucus opaque et épais	2
	Jaunâtre ; mucus laiteux	3
Odeur	D'algues marines fraîches ; acre ; iodée	0
	Absence d'odeur ou odeur d'algues marines, odeur neutre	1
	Odeur grasse un peu sulfureuse, de lard rance ou de fruit pourri	2
	Odeur aigre de putréfaction	3
<b>Fourchette du score total du rejet sensoriel (points de démérite) ; 0-24</b>		

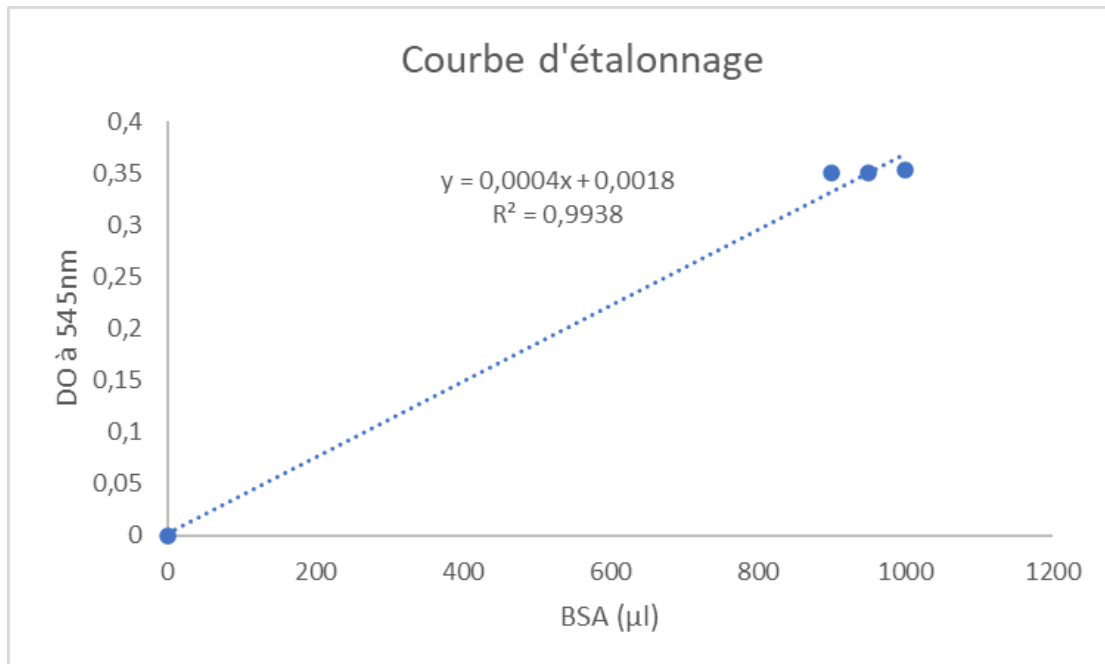
## ANNEXES

---

### Annexe IV : Taille et Poids des individus

Ferme	Individu	Poids (g)	Taille standard (cm)
Ferme 1	1	130,7	15,9
	2	155,02	16,8
	3	142,9	15,9
	4	172	18
	5	174,4	17,4
	6	134,9	16,5
	7	123,2	16,5
	8	135,2	17,5
	9	114,4	16
	10	122,2	17
	11	132,9	16,5
	12	126,8	17
	13	126,8	17
	14	131,38	16,8
	15	114,5	16,5
	16	144	16
	17	177	15,5
	18	118	16
	19	137	17,7
Ferme 2	1	276	20,5
	2	201	19
	3	286	21
	4	184	18,5
	5	458	25,5
	6	450	25
	7	291	21,5
	8	70,4	11
	9	69,1	11
	10	71,02	12
	11	74,7	12,2

**Annexes V : Courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines**



**Annexes VI : Composition de l'aliment utilisé dans la ferme 1 (scanner le code Qr pour plus de détails)**

[AllerAqua \(composition d'aliment pour le Tilapia\)](#)

<b>Paramètre</b>	<b>Teneur (%)</b>
Protéines	37
Lipides	10
Cendres	5.5
Fibres	3.5



## Résumé

Le but principal de ce travail est d'évaluer la qualité du tilapia (*Oreochromis sp.*) élevé dans deux fermes aquacoles de la région centre de l'Algérie. A cet effet, des méthodes sensorielles, microbiologiques, chimiques et nutritionnelles ont été utilisées. L'examen de l'état de fraîcheur a permis de classer les deux lots dans la catégorie « Extra ». La recherche et le dénombrement des germes de contamination fécale et des germes pathogènes ont été effectués à l'Institut Pasteur d'Algérie conformément à la réglementation en vigueur. Les résultats ont permis de qualifier les deux échantillons de qualité « satisfaisante ». Ces résultats sont conformes avec ceux obtenus des analyses chimiques (taux d'ABVT et du TMA) qui sont aussi satisfaisants. Les deux échantillons présentent une composition chimique similaire, le tilapia des deux fermes constitue une bonne source de protéines et lipides animales.

**Mots-clés :** Tilapia, fermes aquacoles, qualité organoleptique, microbiologique, chimique, valeur nutritionnelle.

## Abstract

The main purpose of this work is to evaluate the quality of tilapia fish (*Oreochromis sp.*) bred in two different aquaculture farms in the central region of Algeria. To this end, sensory, microbiological, chemical and nutritional methods have been used. The examination of the state of freshness made it possible to classify the two samples in the « Extra » category. The search and enumeration of faecal contamination germs and pathogenic germs were carried out at the Pasteur Institute of Algeria in accordance with the applicable regulations. The results made it possible to qualify the two samples of « satisfying » category. These results are consistent with those obtained from the chemical analyzes (Total Nitrogen levels) which are also satisfying. Both samples have a similar chemical composition, tilapia from both farms is a good source of animal protein and lipids.

**Keywords:** Tilapia fish, aquaculture farms, organoleptic, microbiological, chemical quality, nutritional value.

## المخلص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تقييم جودة سمك البلطي الذي نشأ في مزرعتين للاستزراع المائي في المنطقة الوسطى من الجزائر. لهذا الغرض، تم استخدام الأساليب الحسية، الميكروبيولوجية، الكيميائية والغذائية. أتاح التقييم الحسي تصنيف العينتان في فئة "جودة عالية". تم إجراء البحث وتعداد البكتيريا القولونية والجراثيم المسببة للأمراض في معهد باستور بالجزائر وفقاً للأنظمة المعمول بها. أتاح النتائج تأهيل العينتين بجودة "مرضية". تتوافق هذه النتائج مع تلك التي تم الحصول عليها من التحليلات الكيميائية والتي تعتبر مرضية أيضاً. تحتوي كلتا العينتين على تركيبة كيميائية متشابهة ويعتبر البلطي من المزرعتين مصدراً جيداً للبروتينات الحيوانية والدهون.

الكلمات المفتاحية: البلطي، مزارع الاستزراع المائي، الحسية، الميكروبيولوجية، الجودة الكيميائية، القيمة الغذائية