

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun, Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Toxicologie et Sécurité alimentaire

Présenté par :

- Boukhatem Oum keltoum

- Ferhat Khaldia

Thème

**Etude de la Qualité Hygiénique, Nutritive et Radiologique
des Filets de Merlan Surgelés Importés de la Chine**

Soutenu publiquement le 29/06/2020, devant le jury composé de :

Président	: Dr. Yezli Wassim	M.C.A	Université de Tiaret
Examineur	: Dr. Mezouer Djamilia	M.C.B	Université de Tiaret
Encadreur	: Dr. Ali-Nehari Abdelkader	M.C.A	Université de Tiaret

Année Universitaire 2019-2020

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail pour celui qui a sacrifié sa vie pour m'élever et s'est occupé de mes soins et mon éducation l'amour de ma vie que dieu le garde comme un trône sur ma tête
mon père : Abdelhafid*

et pour la merveilleuse femme du monde qui a toujours réussi a m'épauler et semer sur mes lèvres le beau sourire

ma mère : Mbarka

pour mes deux anges gardiens mes frères adores :

Hamza et Abbas

et toutes mes belles sœurs :

Amina, Tawous, Kheira, Fatma, Khadidja et Chifaa

A mes amies et mes compagnantes de mon long chemin :

Salsabil, Khaldia, Nadjet, Khaoula et Souad

A celle qui a réussi a me donner l'espoir et ma rendu le sourire a moi ainsi qu'à toute personne malade de l'HTAP :

prof Yahiaoui Rachida

et mon chère tonton et jumeau de mon père en dieu :

Ahmed Benyettou

A mon chère ami :

Rahim

et pour toutes et tous qui me connaissent et mon aider de prêt ou de loin.

DUM KELTOUM

Dédicaces

En cet honorable lieu, d'un simple geste tracé par écrit, mais qui jaillie du profond sentiment de reconnaissance,

permettez-moi de citer

les noms comme un mémorandum pour ceux qui ont une place particulière:

A ma très chère mère :

Fatma

Amon père :

Abdelkader

A mes frères :

Youssef, m'hamed, mohamed

A mes chères sœurs :

Djamila, fadila, rabia, afaf

A toute ma famille.

A mes amies :

Oumkeltoum, Mimouna, Houda, Wassima, Houria.

A mes collègues de la promotion du master toxicologie et sécurité alimentaire 2019 |2020

A tous ; je dédie cet ouvrage, qui est le sens de mes études supérieurs, tel un présent du cœur, en priant ALLAH tout puissant à le mettre au service de notre nation et du bien de l'humanité, et qu'il sera une lumière sur mon parcours professionnel.

Khaldia

Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH de nous avoir donné le courage, la Patience et la chance d'étudier et suivre, Nous tenons à remercier particulièrement notre encadreur Dr. Ali-Nehari Abdelkader Pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'il trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité, ses précieux conseils et ses encouragements et surtout sa grande compréhension. Malgré se nombreuses tâches et responsabilités dans ces circonstances « COVID-19 » Merci infiniment pour sa présence, sa rigueur et son soutien. Merci pour tout, avec notre plus profond respect.

Nos vifs remerciements au Dr. Yezli Wassim pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider la commission d'examen de ce travail. Nous tenons également à présenter nos vifs remerciements au Dr. Mezouer Djamila d'avoir accepté d'examiner ce travail. C'est un grand honneur pour nous que vous jugiez notre travail. Aussi, Nous tenons à remercier l'ensemble des enseignants du département SNV qui ont participé à notre formation de Master.

Nous tenons aussi à remercier du font du cœur les techniciennes du laboratoire de biochimie et de microbiologie de l'université de Tiaret, et laboratoire de chimie de l'université de Tlemcen, pour leurs précieux conseils, explications pertinentes et leur services. Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également aux étudiants de la population d'étude, pour leur soutien et leur disponibilité. Un grand merci à tous les enquêtés pour leurs compréhension, leurs aides, patiences et leurs franchises de nous répondre à toutes les questions.

ملخص

تعتبر الأسماك من أكثر المواد القابلة للتلف بسبب إمكانية التلوث بواسطة الكائنات الحية الدقيقة والمعادن الثقيلة. كما أن طرق الحفظ المستخدمة ليست فعالة دائماً من حيث السلامة والجودة الغذائية. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية والإشعاعية لشرائح سمك *Merlangius merlangus*، المستوردة من الصين ، بالإضافة إلى جودتها الحسية. من ناحية أخرى ، تحديد نسب المعادن الثقيلة الثلاثة (Cd ، Cu ، Zn) كمؤشرات للتلوث. أظهرت النتائج وجود محتوى دهني مكافئ لتلك الموجودة في فئة السمك غير الدهني. مستويات (Cd) و (Cu) الموجودة ظهرت بنسب أعلى من المعتاد بقيم متوسطة تبلغ 0.22 مغ / كغ و 0.50 مغ / كغ على التوالي. ومع ذلك ، أظهر التحليل الميكروبيولوجي الغياب الكامل للجراثيم المسببة للأمراض كالمونيلا ووجود المكورات العنقودية ، و الجراثيم الوسيطة الهوائية بمعدلات أقل من المعايير المنصوص عليها في التشريع الجزائري.

كلمات دالة: الأسماك المجمدة ، *Merlangius merlangus*، المعادن الثقيلة ، الجودة الفيزيائيةوكيميائية ، الجودة الميكروبيولوجية ، الجودة الإشعاعية.

RESUME

Les poissons sont considérés comme des aliments les plus périssables en raison de la possibilité de contamination par des microorganismes et des métaux lourds. Les méthodes de conservation utilisées ne sont pas toujours efficaces en termes de salubrité et qualité nutritive. L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité microbiologique, physicochimique et radiologique des filets du *Merlangius merlangus*, importé de la Chine, ainsi que sa qualité organoleptique. D'autre part la mise en évidence de la bioaccumulation des trois métaux lourds (Zn, Cu, Cd) comme indicateurs de pollution. Les résultats trouvés montrent des teneurs en lipides équivalentes à celle de la catégorie des poissons maigres. Les taux du (Cd) et de (Cu) trouvés sont supérieurs à la norme avec des valeurs moyennes de 0,22 mg/Kg et de 0,50mg/Kg, respectivement. Toutefois, l'analyse microbiologique a révélé l'absence totale des germes pathogènes (salmonelle, clostridium sulfito-réducteur) et la présence des Staphylococcus, les germes aérobies mésophyles avec des taux inférieurs aux normes algériennes.

Mots clé : Poisson surgelé, *Merlangius merlangus*, métaux lourds, qualité physico-chimique, qualité microbiologique, qualité radiologique.

Abstract

Fish are considered to be the most perishable food due to the possibility of contamination by microorganisms and heavy metals. The preservation methods used are not always effective in terms of safety and nutritional quality. The objective of our work is to assess the microbiological, physicochemical and radiological quality of the fillets of *Merlangius merlangus*, imported from China, as well as its organoleptic quality. On the other hand, the demonstration of the bioaccumulation of the three heavy metals (Zn, Cu, Cd) as indicators of pollution. The results found show lipid contents equivalent to that of the lean fish category. The levels of (Cd) and (Cu) found are above the norm with mean values of 0.22 mg / Kg and 0.50 mg / Kg, respectively. However, microbiological analysis revealed the total absence of pathogenic germs (salmonella, clostridium sulphite-reducing) and the presence of Staphylococcus, aerobic mesophyllous germs with rates below than Algerian standards.

Keywords: Frozen fish, *Merlangius merlangus*, heavy metals, physical and chemical quality, microbiological quality, radiological quality

Tables des Matières

Tables des matières.....	viii
Liste des Abréviations.....	x
Liste des Tableaux.....	xi
Liste des Figures.....	xii
Résumés.....	v

1^{ère} partie : Introduction Générale

Introduction	1
--------------------	---

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

I. Matériel et Méthodes	4
I.1. Matériels utilisés.....	4
I.1.1. Matériel biologique	4
I.1.2. Matériels et produits	4
I.2. Méthodologie de travail	6
I.2.1. Enquête sur la consommation des filets de <i>Merlangius Merlangus</i>	6
I.2.2. Échantillonnage et conditionnement	6
I.2.3. Analyse des paramètres physico-chimiques	6
I.2.3.1. Mesure de pH	6
I.2.3.2. Dosage de la matière grasse	7
I.2.3.3. Dosage d'ABVT	9
I.2.3.4. Dosage des métaux lourds	11
I.2.4. Analyse des paramètres microbiologiques	14
I.2.4.1. Préparation de la suspension mère et les dilutions décimales	14
I.2.4.2. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	15
I.2.4.3. Dénombrement des Coliformes fécaux.....	16
I.2.4.4. Recherche et dénombrement des staphylocoques.....	17
I.2.4.5. Recherche des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	18
I.2.4.6. Recherche et dénombrement des salmonelles	19

I.3. Analyse radiologique.....	21
I.4. Analyse statistique	22

Chapitre 2 : Résultats et discussions

II. Résultats et Discussions	24
II.1. Résultats de l'enquête	24
II. 2. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	24
II. 2. 1. Mesure de pH	24
II. 2. 2. Teneur en matière grasse.....	25
II. 2. 3. Dosage d'ABVT	26
II. 2. 4. Dosage des métaux lourds	28
II. 3. Analyse des paramètres microbiologiques	29
II. 3. 1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	31
II. 3. 2. Dénombrement des Coliformes fécaux.....	32
II. 3. 3. Recherche et dénombrement des staphylocoques.....	33
II. 3. 4. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	34
II. 3. 5. Recherche et dénombrement des salmonelles.....	35
II. 3. 6. Récapitulation des résultats d'analyses microbiologiques.....	36
II. 4. Analyse radiologique.....	37
Conclusion.....	38
Références bibliographiques	39
Annexes	43

Liste des abréviations

ABVT	: Azote Basique Volatil Total	NF	: Norme Française
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists	P.E	: l'éther de pétrole
°C	: Degré Celsius	PCA	: Plate Count Agar
CE.	: Cotation Européenne	Ppm	: Partie par million
Cu	: Cuivre	PH	: Potentiel d'hydrogène
Cd	: Cadmium	QMS	: Qualité Microbiologique Satisfaisante
Zn	: Zinc	MA	: Qualité Microbiologique Acceptable
CF	: Coliformes fécaux	QMNS	: Qualité Microbiologique Non Satisfaisante
EPT.	: Eau Peptonée Tomponnée	SAF	: spectroscopie d'absorption atomique à flamme
FAO	: Food and Agriculture Organisation	SA	: Staphylococcus aureus
FMAT	: Flore Mésophile Aérobie totale	T°	: Température
GT	: germes totaux	TCA	: Tri-cloro-acétique
GN	: Gélose nutritive	Ufc	: Unité formant colonie
ISO	: Organisation International de Standardisation	VF	: viande-foie
Kg	: Kilogramme	VRBL	: Violet Red Bile Glucose Agar
Min	: Minute	UNSCEAR	: Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants
Bq	: Becquerel	²³⁸U	Uranium 238
mSv	: milliSievert (millième de Sievert)	⁴⁰K	Potassium 40
²³²Th	Thorium 232		

Liste des tableaux

Tableau I.1	Matériel et produits utilisés dans les différents dosages et analyses	4
Tableau I.2	Les quantités prélevées de la solution mère et les concentrations des standards	12
Tableau II.1	Les différentes valeurs du pH des filets du <i>Merlangius Merlangus</i>	25
Tableau II.2	Teneur en matière grasse dans les filets de <i>Merlangius Merlangus</i>	26
Tableau II.3	Teneurs des métaux lourds étudiés dans les échantillons du filet de merlan	28
Tableau II.4	Niveau de contamination du produit par les GMAT et la qualité du filet selon les normes algérienne.	31
Tableau II.5	Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité du filet selon les normes algérienne.	32
Tableau II.6	Niveau de contamination du produit par <i>Staphylococcus aureus</i> et la qualité du filet selon les normes algérienne	33
Tableau II.7	Niveau de contamination des produits par les clostridium sulfite réducteurs et la qualité du filet selon les normes algérienne.	34
Tableau II.8	Niveau de contamination du produit par <i>Salmonella</i> et la qualité du filet selon les normes algérienne.	35
Tableau II.9	Nos résultats des analyses microbiologiques pour les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i> comparés avec les normes.	36
Tableau II.10	Les concentrations moyennes d'activité de U, Th et K dans les échantillons.	37
Tableau II.11	Facteur de conversion de la dose efficace comptez par ingestion du nucléide.	37

Liste des figures

Fig. I.1 :	Filets du poisson surgelé; <i>Merlangius Merlangus</i>	5
Fig. I.2 :	Extraction des lipides au soxhlet par l'éther de pétrole.....	5
Fig. I.3 :	Le montage d'entraînement à la vapeur (<i>Photo originale</i>).....	10
Fig. I. 4 :	Schéma du principe de fonctionnement de la spectroscopie d'absorption atomique à flamme.....	11
Fig. I.5 :	Spectroscopie d'absorption atomique à flamme.....	14
Fig. I.6 :	Protocole d'analyses microbiologiques.....	20
Fig. I.7 :	Photo de Spectrométrie gamma (Originale).....	21
Fig. II.1 :	Taux de consommation du poisson.....	45
Fig. II.2 :	Effets bénéfiques de consommation du poisson.....	45
Fig. II.3 :	Consommation du poisson frais / surgelé.....	46
Fig. II.4 :	Critères de choix pour l'achat des poissons surgelés.....	46
Fig. II.5 :	Connaissance d'origine des filets de poissons surgelés.....	47
Fig. II.6:	Appréciation du goût du filet.....	47
Fig. II.7 :	Connaissance d'origine des filets des poissons surgelés.....	48
Fig. II.8 :	La couleur du filet de poisson surgelé.....	48
Fig. II.9 :	L'odeur du filet de poisson surgelé.....	48
Fig. II.10 :	La valeur nutritive du poisson surgelé et frais.....	49

Fig. II.11 :	Les valeurs d'ABVT des différents filets analysée.....	27
Fig. II.12 :	Les colonies des GAMT présentent dans les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i>	31
Fig. II.13 :	Culture d'identification des coliformes fécaux présentent dans les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i>	32
Fig. II.14 :	Les colonies des <i>Staphylococcus aureus</i> présentent dans les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i>	33
Fig. II.15 :	Résultat de la recherche des Colstridium Sulfito-réducteurs dans les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i>	34
Fig. II.16 :	Culture d'identification de <i>Salmonella</i> présentent dans les filets du poisson <i>Merlangius Merlangus</i>	35

Introduction Générale

Introduction :

Le poisson et les produits de la pêche jouent un rôle fondamental en matière de nutrition et de sécurité alimentaire au niveau mondial car ils sont une source précieuse de nutriments et de micronutriments qui revêtent une importance cruciale pour des régimes alimentaires diversifiés et sains. Depuis quelques années, le grand public se rend de plus en plus compte des biens faits du poisson pour la santé. L'importance du poisson en tant que catégorie d'aliments est renforcée par le fait que ces denrées contiennent une grande partie des vitamines et des minéraux nécessaires pour combler certaines des carences nutritionnelles les plus graves et les plus répandues. En outre, les effets bénéfiques de la consommation de poisson sur la santé mentale et en matière de prévention des maladies cardiovasculaires, des accidents vasculaires cérébraux et de la dégénérescence musculaire liée à l'âge sont attestés (FAO, 2018).

La consommation de poisson par personne est passée de 9,0 kilogrammes en 1961 à 20,2 kg en 2015, soit une augmentation moyenne d'environ 1,5 pour cent par an. Les estimations préliminaires concernant 2016 et 2017 font apparaître une hausse: la consommation était de 20,3 kg et 20,5 kg, respectivement. En 2016, sur les 171 millions de tonnes de poisson produites dans le monde, quelque 88 pour cent, soit plus de 151 millions de tonnes, ont servi à la consommation humaine directe. Cette part a augmenté de manière appréciable au cours des dernières décennies puisqu'elle ne s'élevait qu'à 67 pour cent dans les années 1960 (FAO, 2018).

Chaque année depuis 1991, la Chine produit plus de poisson d'élevage destiné à la consommation humaine que tous les autres pays réunis. Bien que sa part baisse progressivement depuis la fin des années 1990, l'importance considérable de son aquaculture et les incidences de celle-ci au plan de l'approvisionnement mondial en poisson ne sont pas près de s'estomper. Depuis que la production de poisson d'élevage destiné à la consommation humaine a dépassé pour la première fois la production de poisson sauvage, en 1993, la part de l'aquaculture a augmenté constamment, jusqu'à atteindre 73,7 pour cent en 2016, et devrait continuer de croître. La capacité de la Chine de nourrir sa nombreuse population avec du poisson produit par l'aquaculture locale contribue à la sécurité alimentaire et à la nutrition mondiale (FAO, 2018).

Au cours des 50 dernières années, les humains ont changé les écosystèmes plus rapidement et plus profondément qu'au cours de toute période comparable de l'histoire de l'humanité. Ces changements ont contribué à des gains substantiels nets dans le développement du bien-être humain et de l'économie à des coûts en croissance sous la forme de la dégradation de nombreux services écosystémiques. L'un des services écosystémiques signalé comme dégradé dans l'Évaluation des écosystèmes en début du millénaire sont les pêches de capture. Les pêches de capture mondiales ont atteint un plateau d'environ 94 millions de tonnes, dont au moins la moitié des stocks mondiaux de poissons reconnus pleinement exploités et environ 32 pourcent surexploités ou épuisés (FAO, 2005b, 2010e). Sauf traités d'urgence, ces problèmes, couplés avec des pratiques de pêche indésirables tels que la surpêche, la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INDNR) et l'utilisation des méthodes destructrices, vont diminuer substantiellement les avantages que les futures générations pourraient obtenir des écosystèmes (Évaluation des écosystèmes en début du millénaire, 2005).

D'autre part, le poisson considéré comme l'un des aliments les plus périssable en raison de possibilité de contamination par plusieurs polluants comme les bactéries, métaux lourds et perte de sa qualité, et par conséquent va subir des altérations lorsqu'il n'est pas bien conserver et peut entraîner des toxi-infections alimentaires (Huillery, 2001). Il est important d'évaluer les indicateurs de la détérioration, la formation de composition toxique et les fraude commerciales à fin de respecté les normes de sécurité imposé par les pays importateurs (Phuong et Onh, 2010). Mais aussi, la congélation et surgélation comme méthodes de conservation peuvent avoir un effet négatif sur la qualité nutritionnelle du poisson (Rosset, 2002).

Au niveau local, le marché Algérien s'est ouvert à l'extérieur et on a vu apparaitre de nouveaux produits de consommation telle que les poissons surgelés. Malgré leurs richesse nutritionnelle ; leurs consommation pourrait représenter un risque sanitaire associé à leurs possible contamination par des produits chimiques. En plus, la durée de leurs conservations peut atténuer leurs valeurs nutritionnelles. Aussi, les niveaux de métaux lourds dans les écosystèmes marins méritent beaucoup d'attention en raison de leur potentiels problèmes écologiques ainsi que la sécurité des produits de la pêche, et de la mer (Wang et al., 2005).

Introduction générale

Par conséquent une meilleure compréhension du statut actuel de la pollution des écosystèmes côtiers des pays d'importation (Chine et autres) devient un souci de santé publique.

C'est pour avoir la véracité de ce poisson surgelé nous avons effectué ce travail, dont l'objectif général est d'évaluer la qualité hygiénique et physicochimique des filets du *Merlangius merlangus*, importé de la Chine, ainsi que sa qualité organoleptique. D'autre part la mise en évidence de la bioaccumulation des trois métaux lourds (Zn, Cu, Cd) comme indicateurs de pollution. Ainsi qu'une analyse radiologique, du fait que c'est un produit importé d'un pays qui connaît un développement industriel, agricole et urbain accompagné inévitablement par des problèmes de pollution de l'environnement, notamment l'écosystème aquatique.

Pour atteindre notre objectif souhaité, le travail s'articule autour des éléments suivants:

1. Collecte des échantillons des filets du *Merlangius merlangus*;
 - *A partir du marché local (Communes de la Wilaya de Tiaret).*
2. Enquête sur la consommation des poissons surgelés dans la wilaya de Tiaret.;
 - *Un sondage au près de la population ciblée à travers un questionnaire*
3. Détermination des paramètres physicochimiques ;
 - *PH, dosage de la matière grasse, dosage de l'Azote Basique Volatil Total (ABVT) et le dosage des métaux lourds*
4. Analyse microbiologique ;
 - *à travers la recherche et le dénombrement de la flore aérobie mésophile total, les coliformes fécaux, salmonelles, Staphylococcus aureus et Clostridium Sulfuto-réducteur.*
5. Analyse radiologique ;
 - *Détermination de la radioactivité par Spectrométrie gamma*

***Partie
expérimentale***

Chapitre 1

Matériel et Méthodes

I. Matériels et Méthodes :

L'objectif de notre travail consiste à l'évaluation de la qualité microbiologique, physicochimique et radiologique des filets du poisson *Merlangius merlangus* surgelés issu de l'importation du Chine. Le travail commence par la détermination des paramètres physicochimiques (PH, dosage de la matière grasse, dosage de l'Azote Basique Volatil Total (ABVT) et le dosage des métaux lourds). Puis, une analyse microbiologique à travers la recherche et le dénombrement de la flore aérobie mésophile total, les coliformes fécaux, salmonelles, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium Sulfuto-réducteur*. Et enfin, une analyse radiologique, à travers la détermination de la radioactivité par Spectrométrie gamma.

En parallèle, le travail comporte une enquête sur la consommation des poissons surgelés dans la wilaya de Tiaret.

I.1. Matériels utilisés :

I. 1. 1. Matériel biologique :

Notre étude porte sur un produit de pêche transformé et importé de Chine; « Filet de Merlan ». Pratiquement, trois échantillons ont été prélevés au niveau de différents points de vente de la wilaya de Tiaret destinés aux consommateurs. Les échantillons des filets du poisson surgelé sont conditionnés dans un film plastique mis en contact avec des pochons de glace en écaille et conservés en congélation à -15°C jusqu'à l'analyse (Figure I.1).

I. 1.2. Matériels et produits :

Tout le matériel ainsi que les produits utilisés sont présentés dans le Tableau I.1.

Tableau I.1: Matériel et produits utilisés dans les différents dosages et analyses.

Matériels	Appareillage	Réfrigérateur, Etuve, Spectrophotomètre à flamme atomique; Four pasteur ; Centrifugeuse ; PH mètre ; appareil Soxhlet ; Micro ordinateur.
	Autres	Boîtes de Pétri ; Tubes à essais stériles ; broyeurs; pompe sous vide ; balance analytique ; sacs Stomachernd.
Produits	Réactifs	Hcl ; HNO ₃ ; Acide borique 2% ; H ₂ SO ₄ ; NaoH; Ether de pétrole ;
	Milieus de culture	PCA , VF, BP, SFB,VRBL
	Autres	Eau distillée ; Rouge de méthyle; Désinfectant (L'Alcool).



Figure I.1 : Filets du poisson surgelé; *Merlangius merlangus* (Photo originale)



Figure I. 2 : Extraction des lipides au soxhlet par l'éther de pétrole (Photo originale)

I. 2. Méthodologie de travail :**I. 2. 1. Enquête sur la consommation des filets de *Merlangius merlangus*:**

L'enquête a été effectuée à travers un sondage au près de la population ciblée pour avoir plus d'information sur les points de vue des consommateurs en terme d'appréciation et de satisfaction sur les poissons surgelés en général et le poisson *Merlangius merlangus* en particulier. Le dit sondage a été réalisé sur 30 personnes de différentes tranches d'âge. Cette population a été interrogée selon le questionnaire présenté en annexe (Annexe 01). La période de sollicitation s'est étendue du mois de Février jusqu'au mois d'Avril. Les réponses des questions du sondage ont été présentées comme une option de deux ou trois suggestions.

I. 2.2. Échantillonnage et conditionnement :

Les échantillons de filets des poissons surgelés, ont été obtenus d'une façon aléatoire des différents points de vente de la ville de Tiaret. Puis, ces échantillons ont été conservés sous une température de -15°C avant d'être utilisés pour les différents dosages et analyses.

La partie expérimentale (analyses physicochimiques et microbiologiques) a été réalisée au sein des laboratoires de technologie alimentaires et de microbiologie au niveau de la faculté de science de la nature et de la vie, de l'université IBN KHALDOUN –Tiaret durant une période d'un mois et 15 jours (Février/ Mars). Tandis que l'analyse radiologique a été réalisée au niveau du laboratoire de chimie, Université de Tlemcen.

I. 2. 3. Analyse des paramètres physico-chimiques :

La recherche d'une méthode d'analyse physico-chimique se fait communément en consultant les manuels publiés périodiquement par des organismes internationaux. Dans notre travail, tous les dosages sont effectués selon les méthodes d'analyses physicochimiques applicables au domaine alimentaire, éditées par l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists).

I. 2. 3. 1. Mesure de pH :

Le pH est un paramètre important qui montre la diminution de la qualité de la chair durant le stockage. Le procédé technologique est influencé par le développement de la rigueur, la température post mortem et le pH (Greaser and Pearson, 1999). Dans notre étude

les valeurs de pH ont été mesurées selon Conte-junior et al (2008) à l'aide d'un pH-mètre numérique HANA instruments HI 2211 PH/ORP Mère. La mesure s'effectue directement à l'aide d'un pH-mètre étalonné sur un extrait dilué 1/10 d'un échantillon des filets broyés et homogénéisés à l'aide d'un hachoir à viande.

↗ **Mode opératoire :**

- ✓ Broyer et homogénéiser l'échantillon en faisant passer deux fois dans le hachoir à viande et mélanger.
- ✓ Prélever une quantité de l'échantillon environ 10 g pour essai, suffisamment pour immerger ou enrober les électrodes.
- ✓ Etalonner le pH-mètre en utilisant une solution tampon de pH exactement connu et aussi proche que possible de pH de la solution à déterminer.
- ✓ Introduire les électrodes dans la prise d'essai et régler le système de correction de la température du pH-mètre à la température de la prise d'essai.
- ✓ Lire le pH directement sur l'échelle de l'appareil à 0,05 unité pH près, lorsqu'une valeur constante a été obtenue.
- ✓ Effectuer trois déterminations sur le même échantillon.

On prend comme résultat la moyenne arithmétique des valeurs mesurées.

I. 2. 3. 2. Dosage de la matière grasse :

La teneur en matière grasse totale des viandes et des produits à base de viande s'exprime en pourcentage en masse selon l'arrêtée interministérielle de 21 mai, 2006 de journal officiel algérien N°33. En générale, la matière grasse représente les lipides qui sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques, tel que l'éther de pétrole. Dans ce travail, la teneur total en lipides à été déterminée par la méthode d'extraction au soxhlet et l'éther de pétrole a été utilisé comme solvant (Figure I. 2) selon la méthode décrite par AOAC, 2012. Il est à noter que la méthode Soxhlet est la méthode de référence utilisée pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés. C'est une méthode gravimétrique, puisqu'on pèse l'échantillon au début et la matière grasse à la fin de l'extraction.

↗ Principe de la méthode :

La teneur désignée comme graisses totales comprend, à part les graisses libres, les graisses liées et les substances annexes solubles dans les solvants pour graisses. Pour les poissons, l'extraction après minéralisation acide, à savoir la méthode selon Weibull-Stoldt/Weibull-Berntrop, est la méthode la plus couramment utilisée pour déterminer la teneur totale en graisses. L'échantillon est chauffé avec de l'acide chlorhydrique afin de minéraliser les protéines et de libérer des lipides liés. La solution de minéralisation est filtrée et la graisse restant dans le filtre est extraite après séchage avec de l'éther de pétrole. Après élimination du solvant par distillation, l'échantillon est séché et pesé et la teneur en graisse est déterminée. Il s'agit de la différence entre le poids initial et le poids final.

↗ Mode opératoire :

- ✓ Peser chaque ballon vide,
- ✓ Peser dans une fiole conique 3 à 5 g d'échantillon, et ajouter 25 ml d'eau distillée,
- ✓ Ajouter 50 ml Hcl (4N), et placer la fiole avec un dispositif de réfrigération,
- ✓ Chauffer 30 min à 100°C, filtration,
- ✓ Laver le filtrat avec de l'eau distillée chaudes plusieurs fois,
- ✓ Placer le papier filtre dans la cartouche d'extraction, et couvrir avec du coton cardé,
- ✓ Sécher à l'étuve (30 min à 100°C) et laisser refroidir à T° ambiante,
- ✓ Peser la fiole conique séchée (poids fiole vide), et mettre dans la fiole l'éther de pétrole (125 ml ou plus),
- ✓ Placer la cartouche dans l'extracteur qui sera lié à un système réfrigérant, et chauffer à 100°C pendant 4h,
- ✓ Récupérer la fiole contenant le solvant et purifier par distillation, et sécher à l'étuve (2h à 100°C),
- ✓ Peser après séchage la fiole contenant la matière grasse extraite (fiole + matière grasse).

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$MG = \frac{\text{Poids (fiole+MG)} - \text{Poids (fiole vide)}}{\text{Poids Echantillon}} \times 100$$

I. 2. 3. 3. Dosage d'ABVT :

L'ABVT est un indicateur d'altération qui est applicable principalement à la chair de poisson cru, issue de poissons entiers, de darnes ou de filets. L'ABVT reste stable durant les premiers jours de conservation sous glace, puis évolue suite au développement microbien. C'est donc un bon critère pour décrire les stades avancés d'altération (Site 2). La méthode de référence, décrite dans le règlement (CE) n°2074 /2005, consiste en la distillation d'un extrait déprotéinisé par Tri-chloro-acétique (TCA) suivie d'une titration par un acide. Le titrage se fait à l'aide de NaOH (0,1 N). Les résultats sont exprimés en mg d'ammoniac pour 100 g de la chair.

↗ Mode opératoire :

Le dosage se fait en 03 étapes :

1. Extraction des bases volatiles :

- ✓ Pesée de 100 g de filet
- ✓ 200 ml acide tri-chlore-acétique (7.5%)
- ✓ Homogénéisation
- ✓ Filtration
- ✓ Récupération de 25 ml de filtrat dans un erlenmyer

2. Entraînement à la vapeur (Vapodest)

A cause de l'indisponibilité de l'appareil VAPODEST, nous avons réalisé un montage pour assurer cette étape (Figure I. 3). Le montage d'entraînement à la vapeur a favorisé le introduit de 25 ml de filtrat dans un ballon, puis 6ml de NaOH (10%) ont été ajoutés au ballon après avoir été placés dans la distillation. Le distillat a été recueilli dans un bécher gradué de 50ml qui contient 10ml d'acide borique.

3. Titrage :

1. Placer le bêcheur contenant 40 ml de distillat sur l'agitateur magnétique.
2. Titrer le distillat avec une solution de H₂SO₄ à 0.1N.
3. Ajouter la solution d'H₂SO₄ à 0.1N jusqu'à la complète décoloration.
4. Noter le volume d'H₂SO₄ nécessaire pour neutralises le distillat.

⇒ **Expression des résultats :**

Taux d'ABVT :

$$ABVT = (V_1 - V_0) \cdot 1.4 \cdot 300 / 25$$

V_1 : volume d' H_2SO_4 nécessaire pour neutraliser le distillat

V_0 : volume d' H_2SO_4 nécessaire pour la neutralisation de l'essai à blanc.



Figure I. 3 : Le montage d'entraînement à la vapeur (*Photo originale*)

I. 2.3. 4. Dosage des métaux lourds :

L'objectif est de déterminer les niveaux de contamination par les métaux lourds (Cd, Cu, Zn) dans les filets du Merlan. La lecture des résultats est effectuée par la SAF.

1. Principe du SAF:

Le principe comme il est décrit par Walsh, 1955, consiste à aspirer l'échantillon sous forme liquide dans une flamme à une température de l'ordre de 1 700 à 2 550 °C, de sorte qu'il se forme une vapeur atomique. On irradie cette vapeur avec une lampe spectrale à cathode creuse. Ces lampes émettent des raies de transition des atomes recherchés. Seuls les atomes recherchés absorbent la radiation excitatrice. Ce qui nous permet de lier l'absorption lumineuse à la concentration des atomes étudiées (Figure I.3). Cependant il y a toujours une absorption non spécifique si minime soit-elle. Cette dernière est significativement diminuée par l'emploi d'une lampe au Deutérium. En plus de la simple dilution ou de la minéralisation par voie humide souvent décrite, on préconise l'utilisation d'une solution de modificateur de matrice qui permet de transformer l'élément à doser en ses formes les plus stable thermiquement : composés oxydes, formes réduites ou phosphates, etc. La formation des atomes neutres est réalisée par la vaporisation et l'atomisation dans une flamme air-acétylène (Benali et al., 2019).

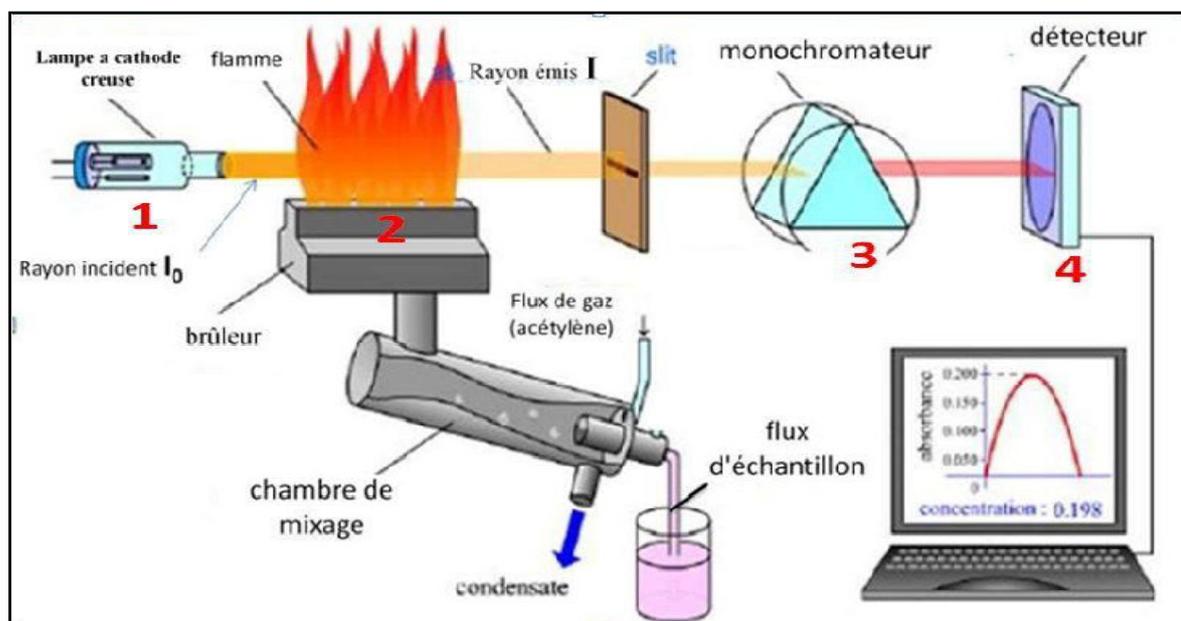


Figure I. 4 : Schéma du principe de fonctionnement de la spectroscopie d'absorption atomique à flamme (<https://images.app.goo.gl/L2nRkW2beFBVpfar8>)

2. Etalonnage :

Pour chaque métal à doser (Zn, Cu et Cd), nous avons préparé, une gamme d'étalons à différentes concentrations (en fonction du type de métal). A partir d'une solution mère de 1000 ppm, dans des tubes de 50 mL en complétant le volume avec la solution de dilution 1% d'acide nitrique. Le tableau I.2 présente les quantités prélevées dans cette solution pour la préparation des concentrations des standards pour chaque élément.

Quant aux standards du Cadmium, ils sont préparés à partir d'une solution intermédiaire de concentration égale à 100 ppm. La solution intermédiaire est préparée elle aussi à partir d'une solution mère de 1 000 ppm par prélèvement de 10 ml qu'on dilue dans une fiole de 100 ml avec l'acide nitrique 1%. Afin d'éviter d'éventuelle interférences dus à la matrice, chaque standard est préparé par un mélange de concentration des différents éléments. Puis, nous avons fait passer les différents standards à travers le spectrophotomètre. A chaque concentration correspond une absorbance et l'ordinateur trace la courbe. A partir de cette courbe, l'ordinateur donne par lecture, après mesure de l'absorbance de chaque échantillon, la concentration du métal étudié dans la solution préparée (en mg .L⁻¹) (ISO, 1994).

Tableau I.2 : Les quantités prélevées de la solution mère et les concentrations des standards

Standards Métaux	Concentration 1		Concentration 2		Concentration 3	
	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>C</i>	<i>V</i>	<i>C</i>	<i>V</i>
Cd	0,6	300	1,8	900	3,6	1800
Zn	0,5	25	1,5	75	3	150
Cu	1.5	75	4.5	225	9	450

(C) concentration du standards en ppm; (V) volume prélevé de la solution mère pour la préparation des standards en μ L.

Les teneurs en métal dans les tissus sont déterminés en mg/kg selon l'équation suivante (Chahid et al., 2009):

$$C \left(\frac{mg}{Kg} \right) = \frac{(Cs - Cb) \times Fd}{PE \times 1000}$$

C: Concentration finale en métal

Cs: Concentration en métal dans la solution en $mg.L^{-1}$

Cb: Concentration en métal dans le blanc en $mg.L^{-1}$

Fd: Facteur de dilution (dans notre cas $Fd = 5$)

PE: Prise d'essai en g de l'échantillon.

3. Mode opératoire :

✚ Minéralisation des échantillons :

La minéralisation est réalisée selon la norme européenne NF EN 13805 (2002). Les échantillons sont pesés 3 à 4 g du poids et mis dans un creuset qu'on place dans l'étuve à une température 110°C pendant 03 heures. Ils sont ensuite, placés dans un four à moufle pendant 15min à 450°C puis ils sont humectés avec de l'acide nitrique (HNO_3) et replacés dans le four à 350°C pendant 1h30 min.

✚ Filtration et mise en solution :

Les solutions obtenues des différentes minéralisations ont été filtrées. Elles ont été ajustées à 25 ml puis elles ont été mises dans des godets et conservées au frais jusqu'à analyse par la SAF.

✚ Dosage des métaux lourds par la Spectroscopie d'absorption atomique à flamme (Figure I. 4).

L'appareil utilisé pour notre travail est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (air/acétylène) de type AURORA Al 1200, doté d'un micro-ordinateur. Il comporte:

- Un générateur d'atomes constitué par un dispositif de nébulisation, brûleur et
- une flamme
- Un système de sélection de la longueur d'onde
- Un récepteur

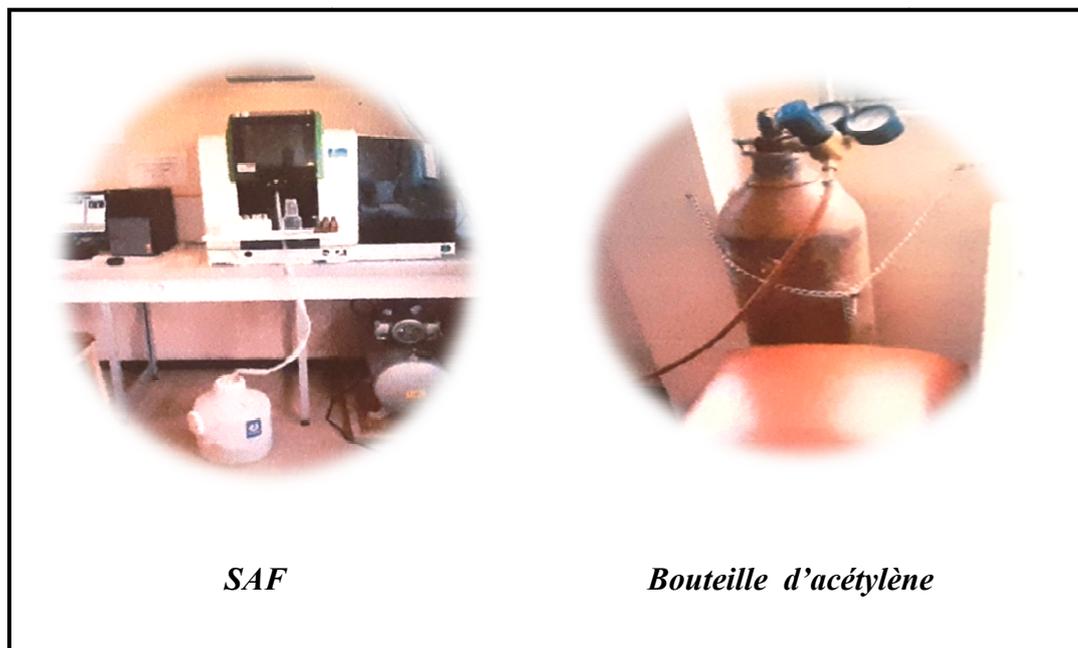


Figure I. 5 : Spectroscopie d'absorption atomique à flamme (Photo originale)

I.2. 4. Analyse des paramètres microbiologiques :

En microbiologie alimentaire, il est plus important de rechercher l'absence ou la présence de germes, ainsi que leur nombre, que de déterminer l'espèce ou la variante comme en bactériologie clinique (Roua, 1988). Les analyses microbiologiques ont été réalisées dans des conditions d'asepsie, devant un bec bunsen dans un périmètre de 25 cm. Nous avons effectué une série de dilutions. Les différentes analyses microbiologiques effectuées sont issues des normes ISO et normes algériennes citées dans la réglementation relative aux filets de poisson surgelés.

Notre protocole expérimental est résumé dans la Figure I. 5.

I.2. 4.1. Préparation de la suspension mère et les dilutions décimales :(normes ISO6887 ,1983).

Vingt cinq (25) g du produit sont mis dans 225 ml d'eau peptone tamponnée. Le mélange sera homogénéisé pendant 2 minutes. Des dilutions décimales ont été effectuées à partir de l'homogénat dans des tubes contenant 9 ml de diluant.

↗ Technique :

Le mode de préparation est minutieux. On prépare 04 tubes stériles dans lesquels on pipette aseptiquement 9 ml de diluant. Après l'homogénéisation soigneuse de la solution mère on prend 1 ml qu'on met dans le tube N° 1 et on obtient ainsi la dilution (10). La pipette ne doit entrer en contact ni avec les parois des tubes, ni avec le liquide diluant. Après homogénéisation par mouvements circulaires, 1ml est prélevé stérilement du tube N°1(10) et porté dans le tube N°2. Le même mode opératoire est reconduit pour le tube N°3 et N°4.

Les pipettes sont changées d'une dilution à l'autre dans le sens décroissant pour éviter un transfert de la charge bactérienne d'un tube à l'autre.

↗ Expression des résultats :

Retenir pour comptage, les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300.

On a calculé le nombre de micro-organismes à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1 n2) d} \dots \dots \dots \text{Formule (01)}$$

Où :

N : nombre de germes par gramme de produit.

$\sum C$: somme totales des colonies comptées.

n1 : Nombre de boîtes comptées de la première dilution.

n2 : Nombre de boîtes comptées de la seconde dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptage à été obtenus.

I.2. 4. 2. Dénombrement de la flore mésophile aérobique totale :

Ce sont les germes qui sont témoins du non respect des bonnes pratiques de fabrication. La flore aérobique totale est l'ensemble des microorganismes aptes à donner des colonies visibles aux températures moyennes (30 °C à 37 °C pour les mésophiles). Le dénombrement de cette flore est utile, en ce sens qu'il permet de définir des déviations par rapport aux conditions de bonnes pratiques de fabrication, notamment en ce qui concerne la rupture de la chaîne de froid (Ababouch I., 1995).

Objectif :

La flore mésophile aérobie totale constitue un bon indicateur de la contamination globale (Roberts ,1980). Dénombrer la flore totale, c'est tenter de compter tous les micro-organismes présents, afin d'apprécier la contamination microbienne du produit. Ce dénombrement dépend des conditions de températures (en général 30 °C).

↗ Technique :

Ensemencement en profondeur d'un milieu de culture PCA (Annexe 03) coulé dans une boîte de pétri avec 1 ml de la suspension mère ou les dilutions décimales obtenu de la suspension mère. L'incubation des boîtes se fait pendant 72 heures à 30°C.

↗ Inoculation et incubation :

Introduire dans une boîte de Pétri 1ml de la suspension mère ou du dilutions puis couler le milieu gélosé utilisé (PCA) fondu au préalable au bain d'eau et maintenu à 45 – 46 °C . Placer les boîtes de Pétri retournées, dans l'étuve à 30 °C pendant 72 heures.

↗ Expression des résultats et mode de calcul :

Compter à l'œil nu toutes les colonies qui se sont développées quelle que soit leur taille. Seules les boîtes pétries contenant un nombre de colonies entre 15 et 300 seront retenus pour le comptage. Le nombre de microorganisme par gramme de poisson sera compté selon la formule (1).

I.2. 4. 3. Dénombrement des Coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux sont des bactéries Gram négatif aérobies facultatives asporulantes. Ils vivent normalement dans les intestins de l'homme et des animaux à sang chaud (Joffin, 1999). Parmi ces coliformes fécaux, nous avons *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* ; *Escherichia coli* qui, lorsqu'elle est présente dans l'aliment, atteste des mauvaises conditions de préparation des denrées et témoigne par conséquent d'une éventuelle contamination d'origine humaine.

La détermination des *Entérobactériaceae* constitue essentiel en matière de vérification d'hygiène des d'abattage (Zweifel et al. ,2008).

Selon la réglementation algérienne ce critère ne dépassera pas normalement 10ufc/g.

↻ Technique :

Ensemencement en profondeur d'un milieu de culture VRBL (Annexe 03) coulé dans une boîte de pétri avec 1ml de la suspension mère ou des dilutions décimales obtenu de la suspension mère. L'incubation des boîtes se fait pendant 24 à 48 heures à 44°C.

↻ Inoculation et incubation :

Introduire dans une boîte de Pétri 1 ml de la suspension mère ou du dilutions puis couler le milieu gélosé utilisé (VRBL) fondu au préalable au bain d'eau et maintenu à 45-46°C . Placer les boîtes de Pétri retournées, dans l'étuve à 44°C pendant 24 à 48 heures.

↻ Expression des résultats et mode de calcul :

Une première lecture est faite après 24 heures, compter les colonies rouges d'au moins 0,5 mm de diamètre. Seules les boîtes de pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 150 seront pour le comptage. Mode de calcul selon la formule (01).

I.2. 4. 4. Recherche et dénombrement des staphylocoques :

Les staphylocoques constituent avec les microcoques les principaux genres de la famille des Micrococcaceae. Ce sont des cocci à gram positif, non sporulés, immobilés, se divisant en plusieurs plans en formant des amas irréguliers (Bonney et al., 2002). *Staphylococcus aureus* est l'espèce la plus fréquemment impliquée dans les infections d'origine alimentaire.

↻ Objectif :

Se sont les indicateurs d'une contamination d'origine humaine ou animale. La recherche des *Staphylococcus aureus* permet de savoir si l'aliment présente des risques pour le consommateur, car c'est l'espèce majeure, d'origine humaine, animale ou environnementale et est capable de produire éventuellement une entérotoxine protéique responsable d'intoxication alimentaire (Joffin, 1999).

↻ Technique :

Pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus* un ensemencement en surface a été réalisé. De nombreux milieux sont utilisables pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*, dans cette recherche nous avons utilisé le milieu de Baird Parker solide qui est le milieu de choix en microbiologie alimentaire. Ce milieu est additionné de tellurite de potassium et émulsion de jaune d'œuf au moment de coulage.

↻ Inoculation et incubation :

L'incubation se fait après étalement de l'inoculum (0,1 ml de la suspension mère ou de la dilution) sur gélose pré coulée en boîtes de pétri et incubation durant de 24 à 36 heures à 37°C.

↻ Expression des résultats et mode de calcul :

Les *Staphylococcus aureus* donnent des colonies noires (réduction de tellurite en tellure) bombées et entourées d'un halo clair dû à la protéolyse des protéines (lécithines) de jaune d'œuf. Leur taille est de 0,5 à 2 mm, avec aspect brillant. Il est à noter que les colonies de *Staphylococcus aureus* non pathogène sont souvent inhibées ou se développent de manière irrégulière (Guiraud, 1998).

I.2. 4. 5. Recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs* :

Ces bactéries sont des bacilles à Gram positif anaérobies stricts capables de sporuler, réduisant les sulfites en sulfure. Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, mais on les rencontre fréquemment dans la nature et en particulier dans le sol (Bonnefoy et al, 2002).

↻ Objectifs :

Les clostridium sulfito-réducteurs dont *Cl. Perfringens* font partie des critères microbiologiques applicables aux aliments et ils sont donc recherchés par les personnels de l'agroalimentaire et par les services de l'état compétents (Delarras, 2007).

↻ Principe :

L'étude du type respiratoire d'une bactérie (c'est à dire ses rapports avec l'O₂) nécessite un milieu de culture riche contenant un gradient de pression partielle en dioxygène. Le principal milieu utilisé à cette fin est la gélose viande-foie (gélose VF) (Annexe 03).

↻ Mode opératoire

Cinq tubes, contenant chacun 1 ml de la suspension mère ou des dilutions sont chauffées au bain marie réglé à 80°C pendant 10 min, ensuite refroidis sous l'eau courante encore à 10 min. Dans ces conditions, la destruction des formes végétatives est assurée. On ajoute dans chaque tube 0,5 ml de solution à 5% de sulfite de sodium et deux à trois gouttes de solution d'alun de fer à 5%, puis on ajoute de la gélose VF jusqu'à ce que

le tube soit plein. Le tube est vissé et sera effectué par retournement lent d'une façon à éviter d'oxygéner le milieu au cours de cette phase. Les tubes seront ensuite incubés à 46°C pendant 24 à 48 heures.

↗ **Expression des résultats :**

Chaque colonie noire est normalement issue d'une forme végétative ou d'une spore de *Clostridium Sulfito-réducteurs* et puisque l'incubation est effectués dans les tubes, le noircissement est parfois diffus, ce qui rend le dénombrement difficile, les résultats sont exprimés selon les cas comme suit :

- ✓ Absence d'une spore de *Clostridium Sulfito-réducteurs* dans un gramme de poisson si le milieu VF sulfité ne contient aucune colonie noire ;
- ✓ Présence d'une spore de *Clostridium Sulfito-réducteurs* dans un gramme de poisson si le milieu VF sulfite contient au moins une colonie noire.

I.2. 4. 6. Recherche et dénombrement des salmonelles :

Les Salmonelles sont des entérobactéries du genre *Salmonella*, des bactéries entériques en forme des bâtonnets, anaérobies facultatifs, à Gram négatifs.

↗ **Technique :**

La recherche des salmonelles se fait en quatre étapes successives (Bleu Bazo GOUEU, 2006) :

1. *Pré enrichissement* : La solution mère est incubée pendant 20 heures pour un pré enrichissement non sélectif de la culture.
2. *Enrichissement* : Après cette première étape, 0,1ml de la solution mère sont prélevés et introduits dans deux tubes à essai contenant 10 ml de sélénite cystine simple concentration. Les tubes sont ensuite incubés pendant 24 à 37°C.
3. *Isolement* : Les cultures sur sélénite cystine sontensemencées séparément dans des boîtes de Pétri stériles dans lesquelles on a préalablement coulé le milieu SS qui s'est solidifié. Les boîtes ainsiensemencées sont incubées pendant 24h à 48 heures à 37°C.
4. *Purification* : On prélève cinq colonies caractéristiques de chaque boîte de SS et on les repique sur un milieu Gélose Nutritive (GN) en vue de la purification. Les boîtes de GN sont incubées à 37°C pendant 24 heures. A la lecture, les colonies purifiées apparaissent blanchâtres.

5. Identification :

L'identification se fait en recherchant les caractères biochimiques. On peut utiliser deux types de galeries : les Galeries classique ou les Galerie moderne.

NB : Nous n'avons pas utilisé ces milieux d'identification car nous n'avons pas eu de cas de salmonelle.

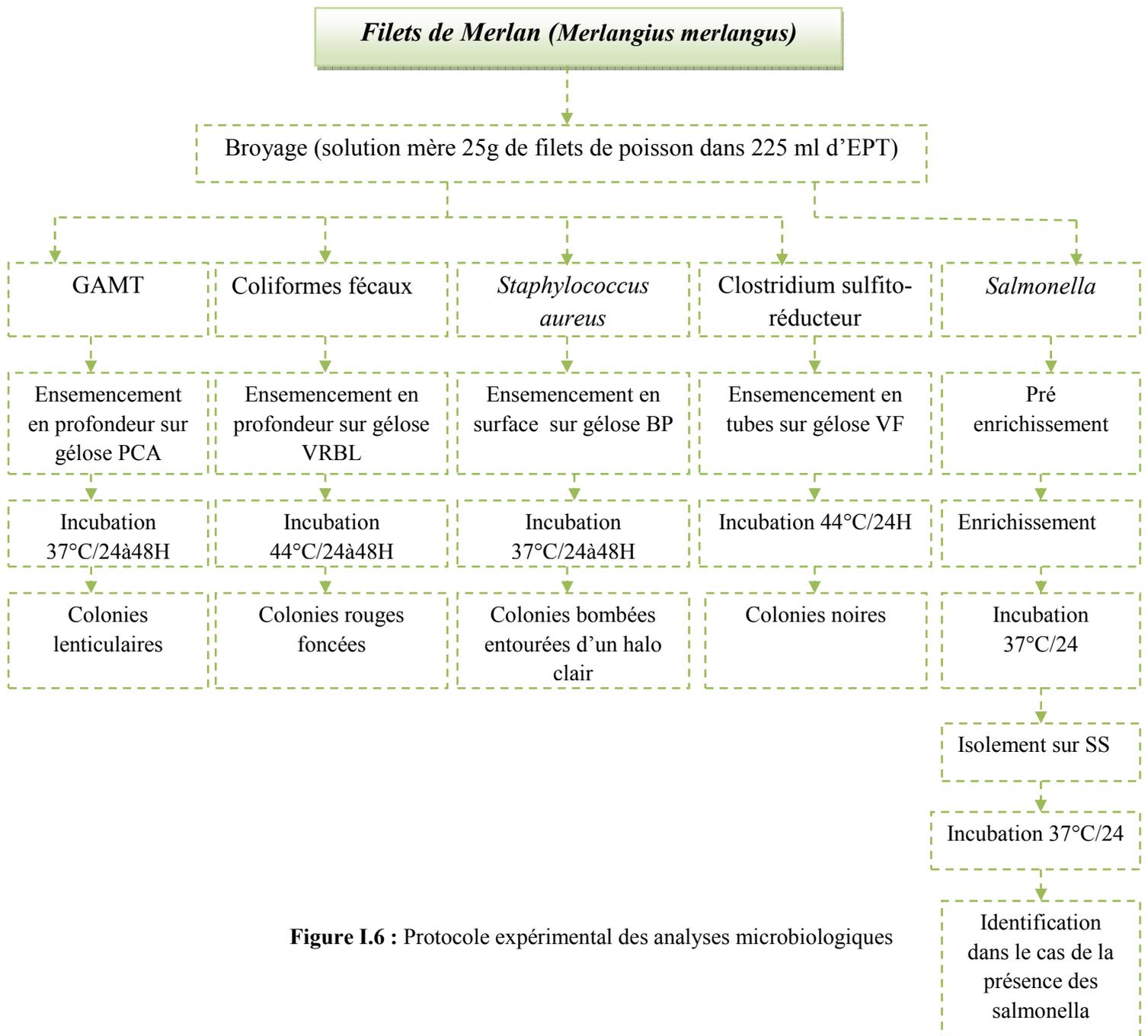


Figure I.6 : Protocole expérimental des analyses microbiologiques

I. 3. Analyse radiologique :

I. 3. 1. Préparation des échantillons :

Les échantillons ont été décongelés et découpés en tranches. Ensuite, ils ont été maintenus exempt d'humidité avant la mesure de la radioactivité dans un four pendant (2-4) jours à des températures modérées de 25-28 ° C afin d'atteindre un poids constant et éviter toute adsorption d'humidité (Abojassim, H., 2016). Ensuite, les échantillons ont été broyés par voie électronique, en utilisant un moulin électrique pour l'homogénéité, puis ont été tamisés.

Les échantillons ont été emballés dans des bécards qu'il est Marinelli volume constant, pour atteindre une bonne homogénéité autour du détecteur NaI (Tl). À la fin, les bécards ont été stockés pendant environ 15 jours avant la mesure, pour permettre un équilibre séculaire à étudier entre ^{226}Ra et ^{222}Rn .

I. 3. 2. Appareil et matériel :

Dans notre étude, le matériau utilisé est NaI (Tl) 2x2détecteur de scintillation de type (Canberra) avec le système complet de Spectrométrie gamma (Fig. I.6) qui existe au niveau du laboratoire de chimie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen.

Le tube à essai a été mis à vide dans le détecteur NaI (Tl) pour évaluer la radioactivité provient par le rayonnement au fond, ou plus ordinairement appelé le « background ». Le processus a été mené à l'aide du programme qui appelait Génie 2000.

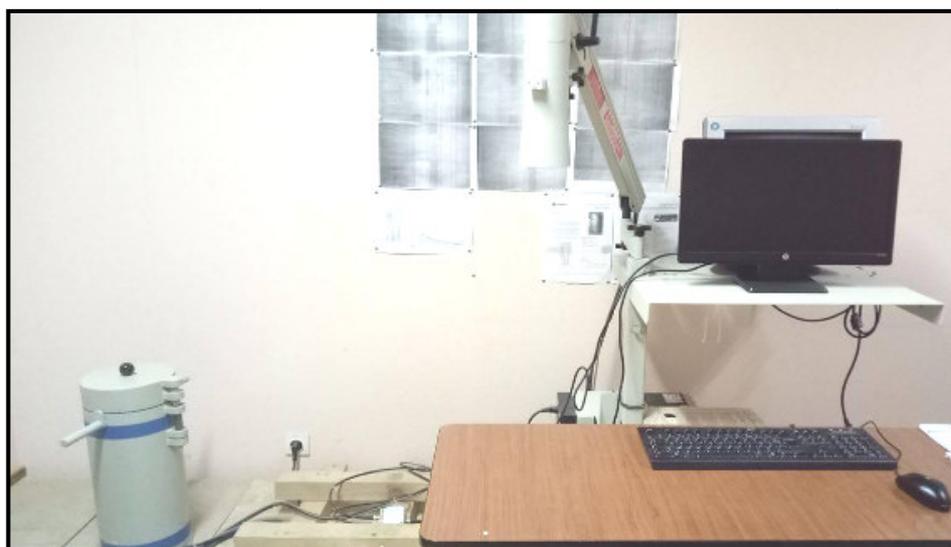


Figure I.7 : Photo de Spectrométrie gamma (Originale)

Le temps de mesure est compté 24 heures. A la fin de cette période, le spectre correspondant est enregistré dans le PC connecté. Et on prend les énergies de certains radionucléides et nous notons les frappes afin de calculer la concentration de radioactivité.

I. 4. Analyse statistique :

L'analyse consiste à tester si les différences de variation dans chaque test s'écartent de manière significative de la valeur 0. L'ANOVA est souvent utilisé pour plans à mesures répétées lorsque nous mesurons plusieurs fois une même grandeur.

Dans notre étude, nous avons effectué un nombre d'analyse de 03 fois sur un même échantillon pour chaque analyse. Pour pouvoir, déterminer la valeur de répétabilité, c'est-à-dire la valeur maximum sous laquelle la différence absolue entre deux résultats d'analyse obtenus sur un échantillon identique par la même méthode et dans les mêmes conditions expérimentales est susceptible de se retrouver selon une probabilité de 95%.

Chapitre 2

Résultats et Discussion

II. Résultats et Discussions :

Cette partie, consiste à présenter et interpréter les résultats obtenus de la partie expérimentale afin d'évaluer la qualité hygiénique et physicochimique des filets du *Merlangius merlangus*, importé de la Chine, ainsi que sa qualité organoleptique. D'autre part la mise en évidence de la bioaccumulation des trois métaux lourds (Zn, Cu, Cd) comme indicateurs de pollution. Ainsi qu'une analyse radiologique.

II.1. Résultats de l'enquête :

A travers l'analyse des réponses aux questionnaires, nous avons pu déduire que 65% de la population consomment des poissons moins d'une fois par semaine dont 6% les consomment à l'état congelé. Ainsi, 67% achèteront le poisson par rapport au critère de qualité, alors que les 33% s'intéressent à son prix. Le sondage a révélé aussi que 25% de la population ont pu d'identifier le Merlan, alors que les 8 % le considèrent un filet de sol. Les détails des résultats de l'enquête sont présentés dans les figures (Fig. II.1, au Fig. II.10)(Voir annexe 02).

Toutefois, pour pouvoir caractériser la qualité organoleptique des filets du poisson surgelés; nous avons intégré sur le questionnaire des questions relatives au goût, couleur et odeur des poissons. Les résultats de l'enquête ont montré que 71% de la population interrogée apprécié le goût des filets. Ainsi, 69 % trouvent son odeur bonne. Quant à la couleur des filets, plus de 79 % la considèrent blanche et 21 % croient qu'il est jaune clair.

II. 2. Analyses des paramètres physico-chimiques :

II.2. 1. Mesure de pH :

Puisque l'activité des enzymes dépend du pH, ce dernier 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 lumière et l'apparence du poisson. Un pH faible favorise aussi l'oxydation des myoglobines et des lipides (Haard 2002).

Le tableau II. 1 ci-dessous indique les différentes valeurs du pH trouvées dans les échantillons des filets de *Merlangius merlangus*.

Pendant le stockage à long terme dans la glace (plus de 21jour), D'après Mousumi Akter et al. (2017), le pH devient alcalin, ce qui peut être dû à une légère activité autolytique et bactérienne. Nous avons relevé des valeurs de pH alcalin dans tous les filets analysés, ils sont situés dans un intervalle allant de 6.55 à 6.76. Les mêmes résultats ont été trouvés par Mousumi Akter et al. (2017), ainsi que par Benali et al., (2019).

Tableau II.1 : les différentes valeurs du pH des filets du *Merlangius merlangus*.

	<i>Essai 01</i>	<i>Essai 02</i>	<i>Essai 03</i>	<i>Essai 04</i>	<i>Moyenne</i>
pH	6.57	6.55	6.64	6.76	6.63

II. 2.2. Teneur en matière grasse :

La composition approximative des poissons est très variable principalement en raison de l'espèce, de la saison de capture, de l'environnement, du régime alimentaire, de l'âge, du sexe (Boran et Karaçam 2011) et de la présence des additifs interdits ou dépassant la limite recommandée (Karl et al., 2010), et l'état de ces poissons que ce soit frais ou surgelée (cas de notre étude).

La teneur en lipides de la chair de poisson fluctue en fonction de l'espèce (poissons gras, semi-gras, maigres), de l'âge (les plus âgés étant les plus gras), du sexe, de la saison et de la partie musculaire du poisson. Cette teneur est toujours inversement proportionnelle à la teneur en eau. Les poissons sont ainsi classés en maigres (<5%), semi-gras (5 à 8%) et gras (8 à 25%). Notons que ces teneurs sont celles relevées dans le muscle ; elles peuvent être plus ou moins élevées dans d'autres parties du poisson (Piclet, 1987). La forte teneur du poisson en acides gras insaturés lui confère un grand avantage nutritionnel et diététique (diminution du cholestérol sanguin et incidence sur les maladies cardiovasculaires) (Lampila, 1987 ; Piclet, 1987; Simopoulos, 1991).

Dans notre étude, les pourcentages de matière grasse totale trouvés dans les échantillons de filets de *Merlangius Merlangus* sont présentés dans le tableau II.2. Ces résultats montrent que les filets de *Merlangius Merlangus* présentent une teneur en lipides équivalente à celle de la viande maigre. Islami et al. (2014) ont signalé un taux de 1,82% de lipides dans *Pangasianodon hypotalamus*. Par contre, Domiszewski et al. (2011) ont

montré des valeurs lipidiques élevées (2,23%). Il est possible que les basses valeurs obtenues (0.25%) soient liées à l'effet de la durée de surgélation du filet.

Tableau II.2 : Teneur en matière grasse dans les filets de *Merlangius Merlangus*:

	<i>Essai 01</i>	<i>Essai 02</i>	<i>Moyenne</i>
(%) de MG	0.4	0.1	0.25

II. 2.3. Dosage d'ABVT :

Les résultats du dosage d'ABVT des différents échantillons des filets analysés sont présentés sur la figure II.11. Le dosage durant la première semaine a révélé une valeur de 29,66mg /100g, alors qu'après plus de 21 jour de stockage dans la glace, la valeur d'ABVT augmenté à 30.86 mg /100g. Une valeur qui est loin de la plage de valeur recommandée de 25-30 mg, ABVT /100 g pour le poisson frais (Mousumi Akter et al .,2017).

L'ABVT est l'indicateur biochimique le plus utilisé pour l'évaluation de la durée de conservation des produits à base de poisson (Olafsdorttir ,G et al .,2004).L'augmentation d'ABVT avec l'intervalle de stockage peut être attribuée à la détérioration bactérienne. Cependant, les informations disponibles indiquaient que L'ABVT s'était accumulé dans le poisson frais à une phase ultérieure d'altération lorsque la population bactérienne avait augmenté (Nosedá, et al., 2012). Ainsi, l'ABVT est faible pendant la période de stockage des poissons et seulement lorsque le poisson est proche du niveau de rejet, une quantité croissante d'ABVT a été trouvée. Ainsi, il existe une grande variation dans les valeurs d'ABVT pour différentes causes, la durée de stockage et les méthodes de traitement. Dans cette étude, à plus de 21 jours de stockage, la valeur d'ABVT était de 40.07 mg / 100 g, ce qui ne dépasse pas la valeur acceptable (Teramoto, et al., 2012). Les résultats obtenus dans la présente étude peuvent être expliqués par une dénaturation de la protéine musculaire en condition de stockage.

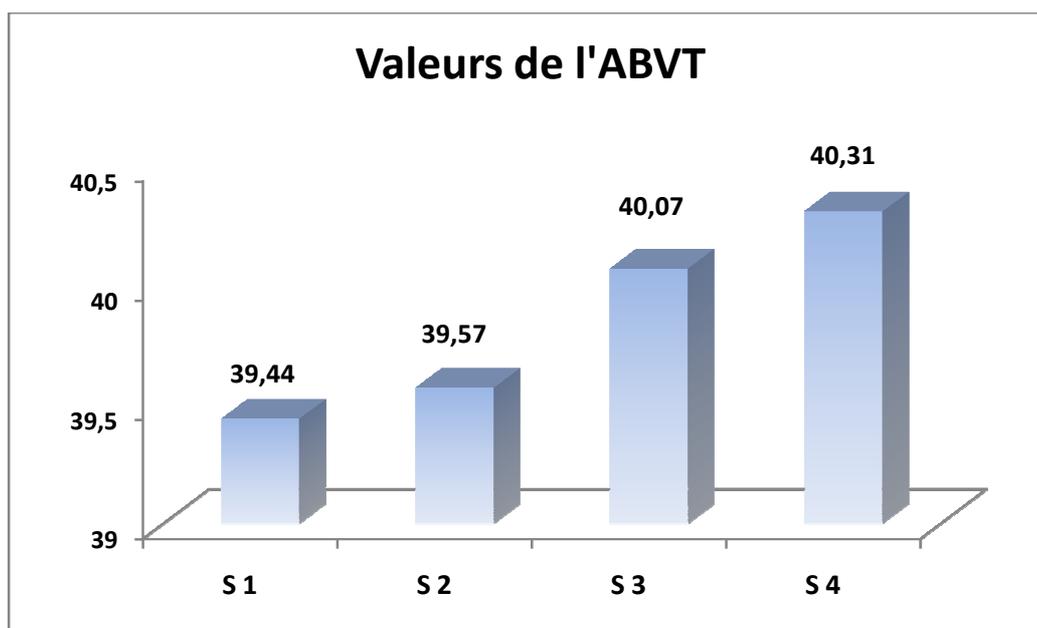


Figure II.11: Les valeurs d'ABVT des différents filets analysée.

II. 2. 4. Dosage des métaux lourds :

Selon la disponibilité des étalons, nous avons analysé les métaux lourds (Cu, Zn et Cd) par spectroscopie à absorption atomique à flamme. Il a été constaté que la teneur en métaux lourds varie en fonction de l'élément étudié. Le résultat du dosage pour les trois éléments s'est révélé positif dans les trois échantillons analysés. Le tableau II.3 présente les teneurs trouvées des trois métaux lourds dans les trois échantillons et celles trouvées par d'autres auteurs ainsi que les normes fixées par l'OMS à titre comparatif.

Tableau II.3 : Teneurs des métaux lourds étudiés dans les échantillons du filet de merlan.

<i>Echantillons</i>	Teneurs en (mg/Kg)		
	Cu	Zn	Cd
<i>Echantillons 1</i>	0,45	2,37	0,21
<i>Echantillons 2</i>	0,51	1,83	0,17
<i>Echantillons 3</i>	0,54	3,61	0,29
<i>Moyenne</i>	0,50	2,60	0,22
<i>Résultats (Tuzen, 2009)</i>	1,32	6,54	0,21
<i>Résultats (Mokrani, 2014)</i>	0,42 - 0,75	2,43 - 3,93	0,16 - 0,38
<i>Norme(OMS)</i>	3,5	100	0,1

Concernant les teneurs en cuivre, La moyenne trouvée est 0,5 mg/kg. Ces résultats sont comparables à ceux de Mokrani, (2014), mais inférieur aux ceux trouvés par Tuzen (2009) qui étaient de 1,32 mg/kg \pm 0, 11. On note que le cuivre est présent en permanence dans l'organisme à des taux relativement faible. Il est indispensable au bon fonctionnement de l'organisme, cependant son excès est le plus souvent préjudiciable à la santé (Picot. 2009).

Le dosage de zinc au niveau des filets du merlan montre des résultats qui s'échelonnent entre 1,83 et 3,61 mg/kg de poids sec. Ce résultat est proche de celui de Mokrani, (2014) qui a trouvé une valeur moyenne de 3,15 mg/kg. Tandis que Tuzen, (2009) a rapporté un taux de 6,54 mg/Kg. Rappelons que le Zinc est un élément essentiel dans le métabolisme osseux en tant que cofacteur de métalloenzymes impliqués dans

l'activité osseuse, néanmoins il n'est toxique qu'à très forte dose, à ce sujet l'US EPA a fixée une DHT à 2.1mg/kg de poids sec (INERIS, 2009).

Quant au cadmium, les résultats obtenus varient entre 0,17 à 0,29 mg/kg de poids sec. Ces derniers, représentent 2 à 3 fois la norme fixée par l'OMS qui est de 0,1 mg/kg (OMS, 2004). Il est à signaler que l'intoxication au cadmium se manifeste par des vertiges, de l'anémie, des douleurs osseuses, et des lésions aux reins (Boughriet, 2009). Ces résultats sont comparables à ceux de Tuzen, (2009) et de Mokrani, (2014), qui étaient de 0,21 mg/kg ; entre 0,16 à 0,38 mg/kg, respectivement. Sur le plan physiopathologique, le cadmium est un cation bivalent comme le calcium. Il se substitue au calcium dans le cristal osseux et en modifie les propriétés mécaniques. Le cadmium entraîne une importante fuite calcique dans les selles, même avec des expositions très faibles. Le cadmium très toxique sous toutes ses formes, c'est l'un des rares éléments n'ayant aucune fonction connue dans le corps humain ou chez l'animal (Mokrani, 2014).

À travers cette étude, nous avons pu confirmer la présence des métaux lourds dans les filets de merlan. Il est évident que l'élevage de ce poisson s'effectue dans des zones aquatiques, qui constituent une source de contamination par les métaux lourds d'origines industrielles. Mais aussi, cette zone est entourée des terres agricoles largement traitées par des pesticides pouvant ainsi augmenter le risque de contamination du fleuve par les polluants chimiques (IRD, 2013).

II.3. Analyse des paramètres microbiologiques :

Il est préjudicieux de faire la distinction entre les deux dénominations, la flore d'altération et les bactéries d'altération ; la première décrit simplement les bactéries présentes sur le poisson quand il s'altère tandis que la seconde constitue le groupe spécifique qui produit des odeurs et des goûts désagréables associés, chaque poisson possède ses propres bactéries d'altération dont le nombre détermine sa durée de conservation (Benchegra, 2012).

La chair d'un poisson sain est stérile. Par contre, la peau, les branchies et les intestins hébergent une flore commensale plus ou moins importante. Mais après la mort du poisson, il y a une diffusion des germes dans les tissus les plus proches des branchies et du tube digestif. Ce qui explique la présence des FMAT, CT, et les ASR dans la chair de nos échantillons (Abdi, et al., 2018).

Pour pouvoir qualifier nos échantillons après analyse selon le journal officiel de la République Algérienne (JOA) N°35 de 27 mai 1998 on procédé au :

✦ **Plan à trois classes :**

Ce plan est désigné parce que les résultats des examens interprétés sur cette base permettent de fixer trois classes de contamination, à savoir :

- ↗ Celle inférieure ou égale au critère « m » ;
- ↗ Celle comprise entre le critère « m » et le seuil « M » ;
- ↗ Celle supérieure au seuil « M ».

Où :

m : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante.

Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants ;

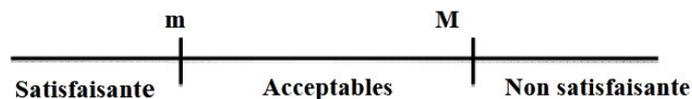
M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique ;

$M = 10 m$ lors du dénombrement effectué en milieu solide ;

$M = 30 m$ lors du dénombrement effectué en milieu liquide

n : nombre d'unités composant l'échantillon ;

c : nombre d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre « m » et « M ».



✦ **Plan à deux classes :**

Ce type de plan n'accepte aucune tolérance et correspond le plus souvent aux conclusions : **Absence** (le résultat est bon et le produit jugé satisfaisant)

Présence (le résultat est mauvais et le produit est déclaré impropre à la consommation).

Ce plan est applicable aux contaminations par les Salmonella.

Pour notre travail, les résultats des dénombrements des germes totaux (GT), coliformes fécaux (CF), les *Staphylococcus aureus* (SA), Salmonelle et Clostridium sulfito-réducteur sont indiqués dans les tableaux (II.4 à II.9) et les figures (II.11 à II.15) .

II. 3.1. Dénombrement des germes aérobies mésophile totale :

Elle correspond à des bactéries indicatrices d'hygiène dont le dénombrement permet d'apprécier la qualité microbiologique du poisson et l'application des bonnes pratiques d'hygiène (Huss, 1988). Une flore mésophile dénombrée en grande quantité indique un début du processus d'altération, elle est dénombrée de 121 UFC/g dans les filets du *Merlangius merlangus* (Figure II.12). Ceci est largement en dessous de la valeur critique de $5 \cdot 10^4$ UFC / g selon les normes algériennes en vigueur et aussi selon les normes internationales ISO 4833 et les normes ICMSF (1986) qui est fixés à 10^6 UFC / g pour la flore FMAT et pour les entérobactéries. Le tableau II.4 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en termes de GMAT selon les normes algériennes.

Tableau II.4: Niveau de contamination du produit par les GMAT et la qualité microbiologique du filet selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
Filet de <i>Merlangius merlangus</i> surgelé	121 UFC/g	Absence	<i>Bonne qualité</i>
		$m < 5 \cdot 10^4$	<i>QMS</i>
		$5 \cdot 10^4 < m < 10^5$	<i>QMA</i>
		$m > 10^5$	<i>QMNS</i>

(Qualité Microbiologique Satisfaisante (QMS), Qualité Microbiologique Acceptable (QMA), Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS)).

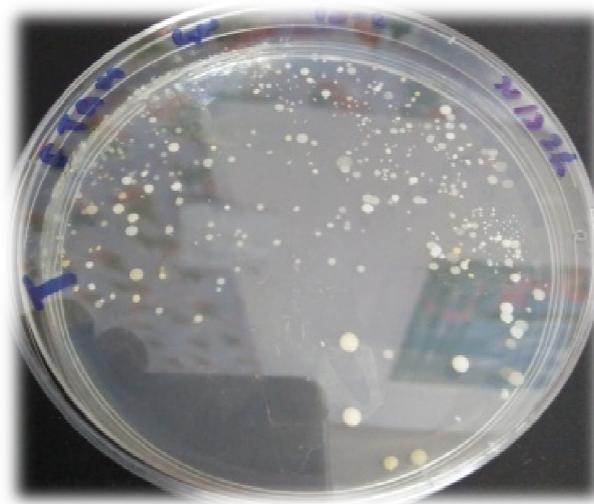


Figure II.12: Les colonies des GAMT présentent dans les filets de *Merlangius merlangus*

II. 3. 2. Dénombrement des Coliformes fécaux :

Ce groupe de germe renseigne surtout sur les conditions d'hygiène du personnel de production, car ce sont des germes témoins de la contamination fécale qui peut se faire soit par les mains sales, produits souillés ou par l'environnement des ateliers. La recherche des coliformes fécaux montrent leur absence dans les filets du poisson *Merlangius merlangus* analysés (0 UFC /g) (Figure II.13).

L'absence des Coliformes fécaux pourrait s'expliquer par la bonne pratique d'hygiène, donc, ils sont des indicateurs des conditions d'hygiène lors de la manipulation des poissons. Le tableau II.5 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en terme de coliformes fécaux selon les normes algériennes.

Tableau II.5 : Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité du filet selon les normes algérienne.

Produit	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
Filet de <i>Merlangius merlangus</i> surgelé	0 UFC/g	Absence	<i>Bonne qualité</i>
		m<10	<i>QMS</i>
		10 <m<10 ²	<i>QMA</i>
		m>10 ²	<i>QMNS</i>

(Qualité Microbiologique Satisfaisante (QMS), Qualité Microbiologique Acceptable (QMA), Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS).



Figure II.13: Culture d'identification des coliformes fécaux présent dans les filets *Merlangius merlangus*.

II.3.3. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*:

Les résultats ont montré la présence de *Staphylococcus aureus* avec une estimation moyenne de (58 UFC/g) dans les filets du poisson *Merlangius merlangus* analysés (Figure II.14). Le nombre obtenu est inférieur aux normes algériennes en vigueur (10^2 UFC /g) ce qui est un indice d'une qualité microbiologique satisfaisante; car ces germes sont témoins du manque d'hygiène lors des manipulations et de stockage. La présence d'un nombre qui dépasse les normes peut expliquer par la pêche dans des eaux polluée, le non-respect des mesures élémentaires d'hygiène ainsi que le non application des bonnes pratiques de préparation. Le tableau II.6 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en terme de *Staphylococcus aureus* selon les normes algériennes.

Tableau II.6 : Niveau de contamination du produit par *Staphylococcus aureus* et la qualité microbiologique du filet selon les normes algérienne.

Produit	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
Filet de <i>Merlangius merlangus</i> surgelé	58 UFC/g	Absence	<i>Bonne qualité</i>
		$m < 10^2$	<i>QMS</i>
		/	/
		$m > 100$	<i>QMNS</i>

(Qualité Microbiologique Satisfaisante (QMS), Qualité Microbiologique Acceptable (QMA), Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS).



Figure II.14: Les colonies des *Staphylococcus aureus* présentes dans les filets du poisson *Merlangius merlangus*.

II.3.4. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs :

Le groupe des microorganismes anaérobies sulfito-réducteur sont témoins d'une pollution ancienne et constituent aussi un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection. Elles sont résistantes à certains désinfectants (Georges et Ezin, 2002). Les résultats de dénombrement a révélé l'absence des germes anaérobies sulfito-réducteur (0 spores / g de chair) dans les filets du poisson *Merlangius merlangus* analysés (Figure II.15), témoignant que l'échantillon est de qualité microbiologique satisfaisante. Le tableau II.7 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en terme de Clostridium sulfito-réducteurs selon les normes algériennes.

Tableau II.7 : Niveau de contamination du produits par les Clostridium sulfito-reducteurs et la qualité du filet selon les normes algérienne.

Produits	Moyenne	Niveau de contamination	
		Absence	Qualité
Filet de <i>Merlangius merlangus</i> surgelé	0 UFC/g		Bonne qualité
		m<2	QMS
		/	/
		m>2	QMNS

(Qualité Microbiologique Satisfaisante (QMS), Qualité Microbiologique Acceptable (QMA), Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS).



Figure II.15: Le résultat de la recherche des Colstridium Sulfito-réducteurs dans les filets du poisson *Merlangius merlangus*.

II.3.5. Recherche et dénombrement des salmonelles :

Les salmonelles sont des germes communs à toutes les espèces animales et qui se retrouvent au niveau de l'environnement pollué. Ces bactéries résistent au froid (et donc au réfrigérateur et au congélateur) mais sont tuées par la chaleur. Ainsi les aliments crus ou peu cuits sont les plus fréquemment contaminés tels que les poissons surgelés, ce qui montre la présence majoritaire des *Salmonella* spp dans la chair de plusieurs poissons. L'ingestion de salmonelles n'entraîne cependant pas forcément une salmonellose, cela dépend du type de bactérie et de la dose consommée (Guiraud et Rosec, 2004). L'absence de ces bactéries dans nos poissons dénote d'une bonne pratique d'hygiène au cours de la chaîne de transport (Abotchi, 2010).

La recherche des salmonelles a montré leur absence dans les filets de *Merlangius merlangus* analysés (0 UFC / g) (Figure II.16). Ce qui indique la bonne qualité microbiologique des filets surgelés. Le tableau II.8 montre le niveau de la qualité microbiologique de nos échantillons en terme de présence ou absence de salmonelles selon les normes algériennes.

Tableau II.8 : Niveau de contamination des produits par *Salmonella* et la qualité du filet selon les normes algérienne.

Produits	Moyenne	Niveau de contamination	Qualité
Filet de <i>Merlangius merlangus</i> surgelé	0 UFC/g	Absence	<i>Bonne qualité</i>
		Présence	<i>QMNS</i>

Qualité Microbiologique Non Satisfaisante (QMNS).



Figure II.16: Culture d'identification de *Salmonella* dans les filets *Merlangius merlangus*.

II.3.6. Récapitulation des résultats d'analyses microbiologiques:

Les résultats des analyses microbiologiques trouvés dans notre étude sont résumés dans le tableau II.9.

Tableau II.9 : Nos résultats d'analyses microbiologiques des filets du poisson *Merlangius merlangus* comparés avec les normes.

	Résultats	Les normes algériennes de journal officiel N°39 .2017
<i>GAMT</i>	121 UFC/g	10 ⁵ UFC/g
<i>Coliformes fécaux</i>	Absence	10 ² UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	28 UFC/g	10 ² UFC/g
<i>Anaérobies sulfito-réducteur</i>	Absence	Absence
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence dans les 25 g

La lecture des résultats d'analyse microbiologique réalisée sur les filets de poisson, montre qu'à part la présence de quelques colonies des *GAMT* et les *Staphylococcus aureus*, l'absence totale des anaérobies sulfito-réducteur, Coliformes fécaux et les Salmonelles. Ce qui indique la bonne qualité microbiologique des filets surgelés. Les mêmes résultats ont été rapportés par d'autres auteurs. Par ailleurs, d'autres études ont présenté des différences en terme de qualité microbiologique entre les échantillons des espèces de poisson utilisés dans leurs recherches. La contamination des poissons est due aux bactéries endogènes et exogènes (Bourdin, 2010). Les bactéries endogènes ou autochtones sont naturellement présentes dans le milieu aquatique, par contre les bactéries exogènes ou allochtones sont : soit d'origine fécale, telluriques (Little et Edwards, 2005), ou bien introduites dans le produit de pêche durant les opérations de débarquement, manipulation, ou lors de la rupture dans la chaîne de conservation (Huss, 1999).

Ce qui peut expliquer l'influence des paramètres environnementaux en termes de polluants durant la culture du poisson sur sa qualité hygiénique et microbiologique. Aussi, le respect des conditions de bonne pratique d'hygiène et la chaîne de froid au cours du processus de transformation, peuvent avoir un impact majeur sur la qualité du poisson mis sur la table du consommateur.

II. 4. Analyse radiologique :

La radioactivité naturelle ^{238}U , ^{232}Th et ^{40}K dans les échantillons de filets surgelés du merlan a été déterminée dans cette étude. Le tableau II.10 montre les doses trouvées dans les échantillons des filets de marlan.

Tableau II.10 : Les concentrations moyennes d'activité de ^{238}U , ^{232}Th et ^{40}K dans les échantillons.

Radionucléide	Photo électrique énergie	Concentration (Bq. Kg-1)
^{238}U	609	0,85285981
	1764.5	0,37912978
^{232}Th	238.6	0,7924451
	338.3	0,82614082
^{40}K	1460.8	0,92186154
	661.7	0,41024244

Les concentrations moyennes d'activité de ^{238}U , ^{232}Th et ^{40}K des échantillons était 0.55 ,0.81 ,0.62 Bq. Kg-1 respectivement dans les échantillons. La dose dans tous les échantillons de poisson était inférieure à la limite admissible de 1 mSv recommandé par la commission internationale de protection (ICRP, 1990).L'activité spécifique de ces radionucléides dans les échantillons à l'étude était inférieure à ceux rapportés par Le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR, 2000).

Tableau II-11: Facteur de conversion de la dose efficace comptez par ingestion du nucléide (nSv.Bq-1) (UNSCEAR, 2000)

Catégorie	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
<i>Adulte</i>	280	230	6.2
<i>Enfant</i>	800	290	13
<i>Nourrisson</i>	960	450	42

Il est à signaler que la dose efficace annuelle de la consommation de produit par enfants est supérieure à la dose de la consommation par les adultes. Cette plus grande valeur pour enfants est due au facteur de conversion de dose pour le radionucléide (Tableau II.11).

Conclusion

Conclusion

Le consommateur, confronté en permanence au flux d'importation des produits préemballés alimentaires, attirants par leur présentation au niveau des services commerciaux, néglige souvent la qualité intrinsèque de ces produits. Dans cette optique, nous avons étudié la qualité nutritive, hygiénique et radiologique des filets de Merlan importés sous forme surgelé et commercialisé dans les marchés Algériens.

Nos analyses physicochimiques montrent des teneurs en lipides équivalentes à celle de la catégorie des poissons maigres. Il est vrai que la surgélation est l'un des meilleures méthodes de conservation des poissons contre le développement des micro-organismes mais cette méthode de conservation peut diminuer la qualité nutritive des poissons. Comme on a pu trouver à travers les différents dosages effectués, la présence de trois métaux lourds étudiés (Cu, Zn, Cd) dans les filets de poisson. Le taux du (Cu) trouvé est nettement inférieur à la norme (OMS) avec une valeur moyenne de 0,50 mg/Kg. De même pour le (Zn) qui a enregistré une valeur moyenne de 2,60 mg/Kg contre une valeur de la norme de 100 mg/Kg. Tan disque, le taux du (Cd) trouvé est nettement supérieur à la norme OMS avec un valeur moyenne de 0,22 mg/Kg contre une valeur de la norm de 0,1 mg/Kg. C'est d'après ce constat que nous conseillons les consommateurs de limiter leur consommation de ces produits à une fois par semaine pour rester en dessous des doses hebdomadaires tolérable par notre corps.

D'autre part, les résultats des analyses microbiologiques obtenues montrent la présence de quelques colonies des GAMT, et les *Staphylococcus aureus*, avec des seuils inférieurs aux normes Algériennes; et l'absence totale des coliformes fécaux, des anaérobies sulfite-réducteur et les Salmonelles. Ce qui indique la bonne qualité microbiologique des poissons surgelées analysées.

Pour ce qui est de l'analyse radiologique la concentration moyennes de ^{238}U , ^{232}Th et ^{40}K trouvés dans les échantillons de poisson étudiés était inférieure à ceux rapportés par le comité scientifique de nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants.

Il serait intéressant de compléter cette recherche par autres études avec l'objectif d'évaluer la qualité chimique telle que le dosage des autres métaux lourds (pb, Fe,..) et de la qualité nutritionnelle telle que la teneur en vitamine, minéraux et oligoéléments et la nature des acides aminés. Pour une amélioration et une protection plus efficace de la santé publique.

***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques

- 📖 Ababouch, L. (1995). Assurance de la qualité en industrie halieutique. Rabat : Ed.ACTES.214p.
- 📖 Abdi, H et al. (2018). Evaluation de la qualité hygiénique des poissons frais et congelés vendus sur les marchés : cas de la ville de Guelma (Mémoire de Magister).Université 8 Mai1945Guelma.
- 📖 Abojassim, Hady & Mohammed , Natural radioactivity levels in some vegetables and fruits commonly used in Najaf Governorate, Iraq, Food Science ,Volume:3, Page:113-123,2016.
- 📖 Abotchi K.,(2010). Évaluation de la qualité microbiologique des poissons fumés artisanalement au Togo. Mémoire de master en qualité des aliments de l'homme, l'école inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar, Sénégal. 25 p.
- 📖 Benali et al., (2019). Etude de la qualité physicochimique et hygiénique du poisson Surgelé (Pangasius hypopthalmus). Mémoire de master. Université de tiaret, Tiaret.
- 📖 Benchegra, K. (2012). Dynamique dans la formation de l'amine biogène, histamine, des hydroperoxydes, des TBA-rs et le suivi de la qualité microbiologique chez la sardine (Sar pilchards) (Mémoire de Magister).Université d'Oran, Oran.
- 📖 Bleu baza, G. (2006).Contribution à l'étude de l'évolution de la qualité microbiologique du poisson fume en côte d'ivoire et destine a l'exportation.
- 📖 Bonnefoy, C et al. (2002). Microbiologie et qualité dans les l'industrie agroalimentaire.Doin.P :247.
- 📖 Boran, G. et Karaçam, H. (2011). Seasonal changes in proximate composition of some fish species from the Black Sea. *Tuk. J. Fish. Aquat. Sci.* 11, 01-05.
- 📖 Boughriet R. (2009). L'EFSA réduit la dose tolérable de cadmium dans les dorés alimentaires. *Actu Environnement*, 6997.
- 📖 Bourdin G., 2010. La contamination microbienne des produits de la pêche et plus spécifiquement celle par *Listeria monocytogenes*. *Hygiène des produits de la pêche et de l'aquaculture*.
- 📖 Delarras, C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire. Edition : technique et documentation, Lavoisier, pages : 150-207.
- 📖 Drogba Sahoré, A. et Joachim Levy, A. (2016). *Quelques méthodes d'analyse biochimique de produits alimentaire*. Saint-Denis : Connaissances et Savoirs.

Références Bibliographiques

- 📖 FAO. (2018). Rapport sur la situation mondiale des pêches et de l'aquaculture appelle à redoubler d'effort pour freiner la surpêche Rome, 74P.
- 📖 Georges T. et Ezin J.P, (2002). L'eau, patrimoine mondial commun, Belgique, presses universitaire de Namur. 303 p.
- 📖 Greaser, M.L. and A.M. Pearson (1999). Flesh foods and their analogues. In: Food texture measurement and perception. A. J. Rosenthal. Aspen Publication, Gaithersburg: 236-246. 40
- 📖 Guiraud, J.P. et Rosec, J.P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Saint-Denis la plaine : Afnor. France. 300p.
- 📖 Haard, N. (2002). The role of enzymes in determining seafood color, flavor and texture. In: Safety and quality issues in fish processing H.A. Bremner. Cambridge, UK, Woodhead Publishing in Food Science and Technology: 221-254.40
- 📖 Huillery, A.L, (2001). Analyse de la filière des poissons chats élevés dans le delta du Mékong (Vietnam). Association pour le développement de l'Aquaculture(ADA), Bore
- 📖 Huss H. H., (1999). La qualité et son évolution dans le poisson frais.FAO document technique sur les pêches 348. Rome. 348 p.
- 📖 Huss, H. H. (1988). *Le poisson frais : qualité et altérations de la qualité*. Rome : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- 📖 ICRP, (1990). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP 21 (1-3).
- 📖 INERIS. (2009). Point sur les valeurs toxicologiques de références .N° DRC-08-94380-1 / 776C.
- 📖 Joffin, C, Joffin, J.N. (1999). Microbiologie alimentaire. Edition: CRDP. Bordeaux. 5^{ème} édition collection Biologie Technique : 211-212.
- 📖 Karl H., Lehmann I., Rehbein H., and Schubring R..(2010). Composition and quality attributes of conganically farmed Pangasius filets (*Pangasius hypophthalmus*) on the German market .Int.J.Food Sci.Technol.45:56-66.
- 📖 Lampila, L.E., (1987). Seafood lipids : analysis and health benefits. In : Kramer D.E. & Liston, J. (eds), *Seafood Quality Determination*, pp. 497-515, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- 📖 Little D.C., Edwards P., (2005). Systèmes agricoles intégrés bétail-poisson. FAO Rome. 97-99 p.

Références Bibliographiques

- 📖 Mokrani M. (2014). Détermination du niveau de contamination par les métaux lourds dans les poissons d'importation. Mémoire de master, Université de Tlemcen.
- 📖 Mousumi, A et al. (2017). Quality changes of pangas catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) fillet during ice storage, *Journal of Food Resource Science*, vol.6, issue:1, page.No:1-9.
- 📖 Nosedá, B et al. (2012). Microbiological spoilage of vacuum and modified atmosphere packaged vietnamese pangasius hypophthalmus fillet *Food Microbiol*, 30:408-419).
- 📖 Olafsdóttir, G et al. (2004). Multisensor for Fish quality determination. *Trends Food Sci. Technol.* 15:86-93).
- 📖 Pauly D. and Zeller D. (Editors). (2015). *Sea Around Us Concepts, Design and Data* (seararoundus.org) - Merlan Merlangius merlangus).
- 📖 Piclet, G., (1987). Le poisson aliment : composition - intérêt nutritionnel. *Cah. Nutr. Diet.* , 22 (4), 317-336.
- 📖 Picot A. (2009). Le cuivre des bénéfices aux risques. Dossier d'information N°03 ATC.CNRS. Paris
- 📖 Roberts T.A. (1980). Contamination of meat: the effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcasses. *Royal Society of Health Journal*, 100, p.3-9.
- 📖 Rosset, Ph. et al. (2002). La chaîne du froid en agroalimentaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, Elsevier Masson, 37 (2), pp.124-130.hal-003783884
- 📖 Roua, H. (1988). Faculté de médecine et pharmacie de Dakar « contribution à l'étude de la bactériologie des viandes bovines congelées importées au Sénégal »
- 📖 SIMOPOULOS, A.P., 1991. Omega 3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54 (3), 438-463.
- 📖 Teramoto, N., A et al. (2012). Preparation and mechanical properties of photo-crosslinked fish gelatin /imogolite nano fibre composite hydrogel. *Materials*, 5 :2573-2585.
- 📖 Tuzen M. (2009). Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, *Turkey Food and Chemical Toxicology* 47: 1785-1790
- 📖 UNSCEAR, (2000). Sources and effects of Ionizing Radiation: Exposures from natural radiation sources. Report to the general Assembly, Annex B, United Nations, New York, USA.
- 📖 Wang Y.W., Liang L.N., Shi J.B., Jiang G.B. (2005). Chemometrics methods for the investigation of methyl mercury and total mercury contamination in mollusks

Références Bibliographiques

samples collected from coastal sites along the Chinese Bohai sea. *Environ pollul* 2005 **135**: 457-67.

 Zweifel, Cet al. (2008). La contamination microbiologique des carcasses de porcs et de bovins dans différentes petits abattoirs suisses. *Meat Science*,78(3),pages.225-231.

 <http://www.bibiomer.com/> (site 1).

 <https://images.app.goo.gl/L2nRkW2beFBVpfar8>

 <https://images.app.goo.gl/L2nRkW2beFBVpfar8> Consulté le 21/05/ 2020.

Annexes

Annexe : 01

Enquête sur la consommation des poissons surgelés dans la Wilaya de Tiaret (guide d'entretien)

Date :

Age :

Sexe :

1. A quelle fréquence consommez-vous du poisson ?

jamais *moins d'une fois /semaine* *une fois/semaine*

2. Connaissez-vous les effets bénéfiques sur la santé de la consommation du poisson en générale ? Oui Non

Si oui le(s) quel(s)

.....
.....

3. Le plus souvent vous consommez du poisson ?

Frais

Surgelé

4. Quels sont les critères de choix pour l'achat de vos poissons surgelés?

Prix

Qualité

5. Connaissez-vous le nom du filet de poisson surgelé sous un aspect blanc que vous achetez ?

Oui : *Filet de sol* *Filet de merlan*

Non :

6. Comment qualifiez-vous le goût de ce filet ?

Bon *Pas bon*

Annexe : 2

Résultats de l'enquête

1. A quelle fréquence consommer vous du poisson ?

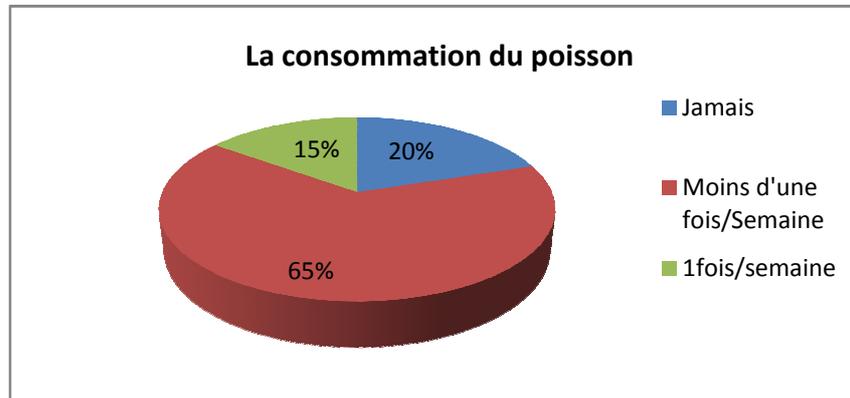


Figure II.1 : Taux de consommation du poisson.

2. Connaissez vous les effets bénéfiques sur la santé de la consommation du poisson en générale ?

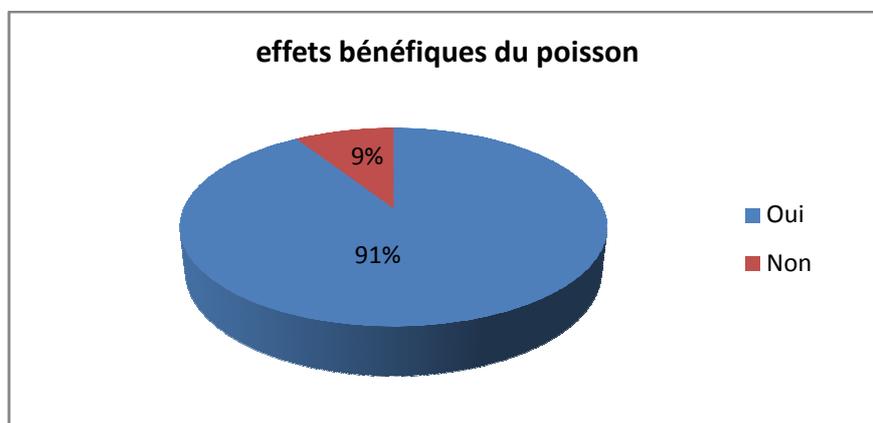


Figure II.2 : Effets bénéfiques de consommation du poisson

3. Le plus souvent vous consommez du poisson ?

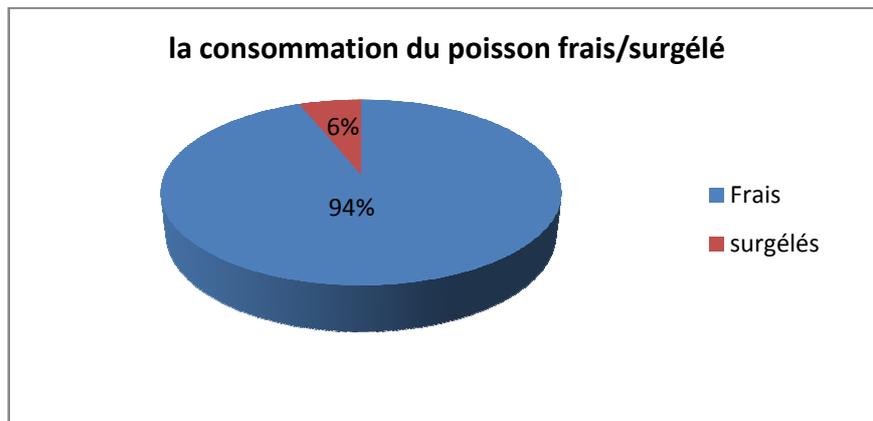


Figure II.3 : Consommation du poisson frais / surgelé.

4. Quels sont les critères de choix pour l'achat de vos poissons surgelés?

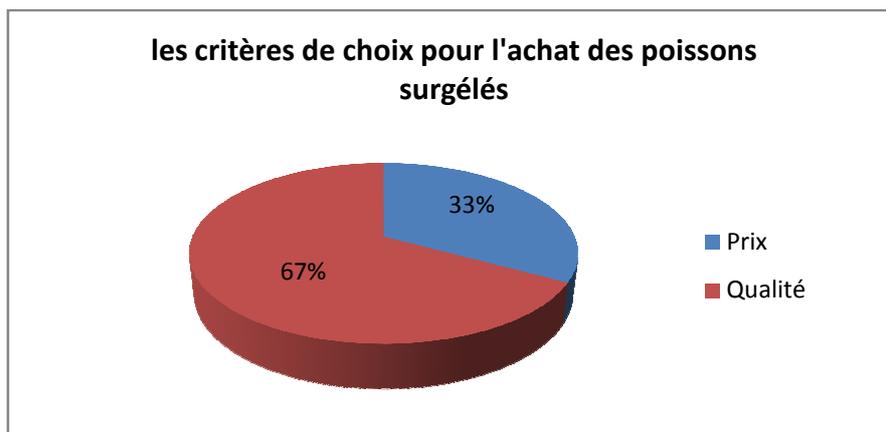


Figure II.4 : critères de choix pour l'achat des poissons surgelés

5. Connaissez-vous le nom du filet de poisson surgelé sous un aspect blanc que vous achetez ?

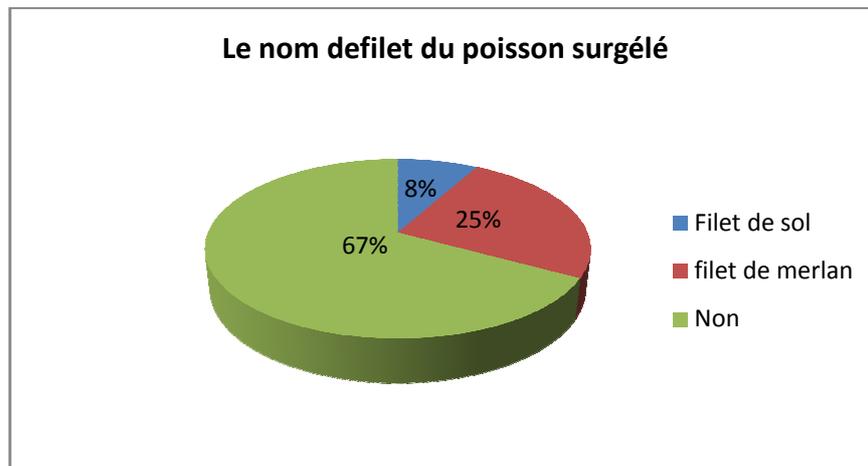


Figure II.5 : Connaissance d'origine des filets de poissons surgelés.

6. Comment qualifiez-vous le goût de ce filet ?

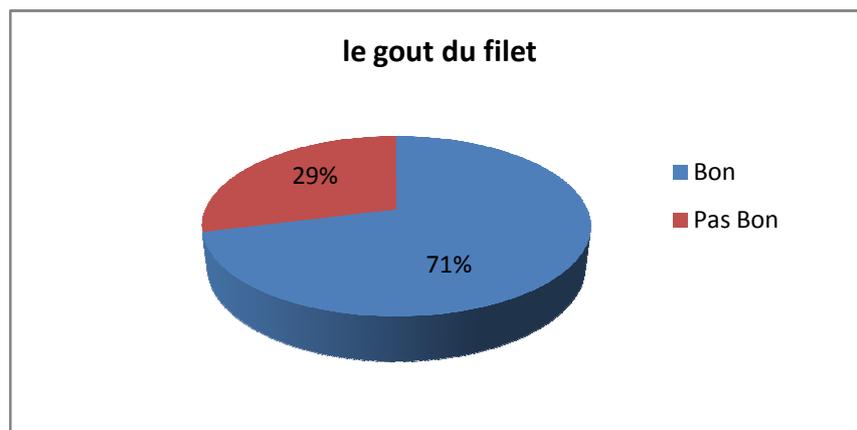


Figure II.6: Appréciation du goût du filet.

7. Connaissez-vous l'origine des filets de poissons surgelés que vous achetez ?

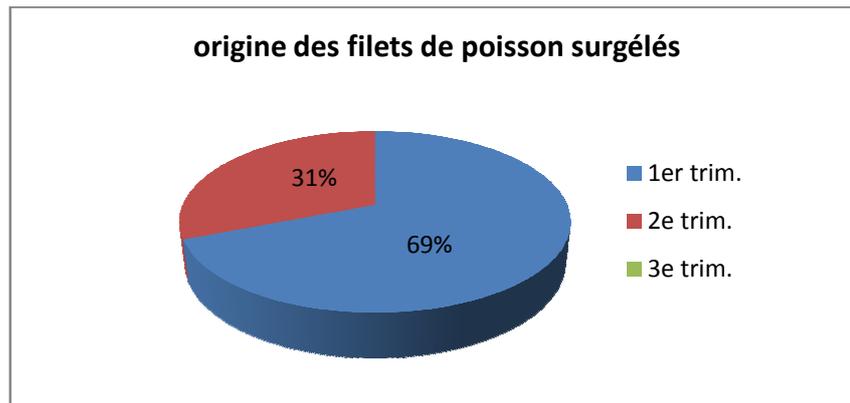


Figure II.7 : Connaissance d'origine des filets des poissons surgelés

8. Comment qualifiez-vous la couleur de ce filet ?

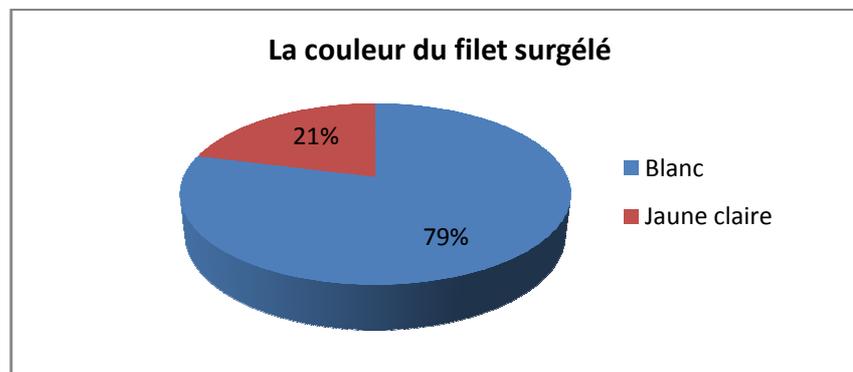


Figure II.8 : La couleur du filet de poisson surgelé.

9. Comment qualifiez-vous l'odeur de ce filet ?

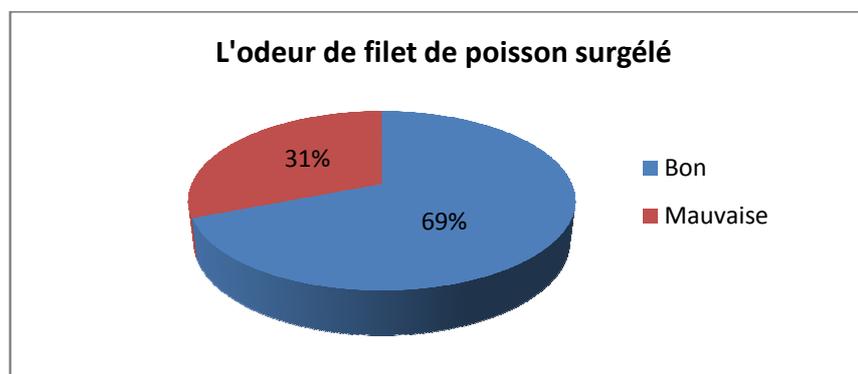


Figure II.9 : L'odeur du filet de poisson surgelé.

10. Le poisson surgelé a-t-il la même valeur nutritive que poisson frais ?

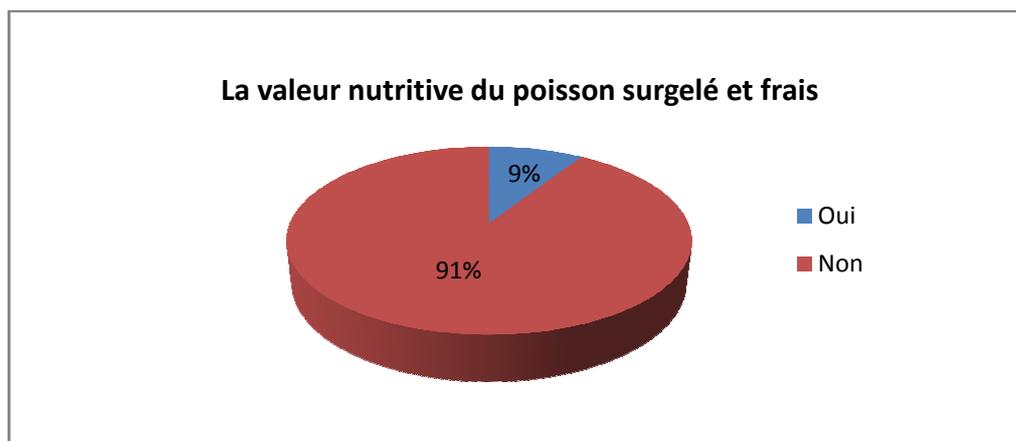


Figure II.10: La valeur nutritive du poisson surgelé et frais.

Annexe 05

Fiche Technique de merlan – *Merlangius merlangus* : (Pauly D. and Zeller D. (Editors), 2015)

Le merlan est aujourd'hui, à partir de l'automne, le poisson le plus capturé par les pêcheurs de loisir sur les côtes du nord de la Manche et du sud de la mer du Nord. leur nom scientifique : *Merlangius merlangus* (linnaeus - 1758), nom vernaculaire français : merlan ,nom vernaculaire anglais : Whiting de Famille : Gadidae Ordre : Gadiformes Classe Actinopterygii.

Le merlan se reconnaît à ses trois nageoires dorsales, ses deux nageoires anales contiguës et à sa caudale droite pratiquement sans échancrure. Pas de barbillon ou barbillon de taille modeste. Son dos est bleu-vert clair, les flancs vert-jaune, le ventre blanc avec des reflets argent chez le poisson vivant. Une tâche noire est présente à la base de la nageoire pectorale. leur taille Le plus souvent 30 à 40 cm, maximum 70 cm(Arrêté TRAM1226985A du 26 octobre 2012 modifié le 3 février 2020). Et peser 3kg.(Guide des espèces publier par Ethic Ocean).

Il mature entre la troisième et la quatrième année. Pontes de Janvier à Septembre pour la zone allant des îles britanniques au golfe de Gascogne. De 100000 à 1 million d'œufs en 4 à 6 pontes étalées sur 10 semaines. Leur croissance est rapide durant la première année, puis ralenti ensuite. En moyenne, à un an le merlan mesure de 15 à 19 cm, 22 à 25 cm à 2 ans, 30 à 34 cm à 3 ans. La croissance est plus rapide chez les femelles. L'espérance de vie est d'environ 10 ans, certaines sources (ICES/CIEM) indiquent 20 ans.

Pour le régime alimentaire ; les adultes (plus de 20 cm) se nourrissent presque exclusivement de petits poissons comme le sprat, la sardine, le hareng ou le lançon. Ils consomment également des vers polychètes, des mollusques, des crustacés et des céphalopodes.

Habitat et distribution :

Le merlan est une espèce benthodémersale qui vit sur substrats rocheux ou vaseux entre 10 et 200m de profondeur, et en plus fortes concentrations entre 30 et 100m (Atkinson et *al.*, 2004). L'espèce se trouve principalement dans les milieux marins et saumâtres des eaux tempérées.les juvéniles sont essentiellement présents dans les eaux côtières (5 à 30m de profondeurs) et les adultes dans des eaux dont la température est comprise entre 6 et 9 °C (Loots et *al.*, 2011).