

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 :

- AISSA Nadjat
- BELHOUCINE Dalila Lamia
- SAÏD Mohamed Yacine

Thème

**Caractérisation de la qualité nutritive et hygiénique des
Crabes transformés et surgelés, commercialisés en Algérie**

Soutenu le **16/09/2021**, devant le jury composé de :

Président	:	Pr. Sassi Mohamed	Prof
Examineur	:	Dr. Rahmoune Bilal	M.C.A
Encadreur	:	Dr. Ali-Nehari Abdelkader	M.C.A
Co-Encadreur	:	Dr. Yezli Wassim	M.C.A

Année Universitaire 2020- 2021

Dédicaces

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail :

À ma très chère mère Kkaldia et à mon très cher père Djamel :

Pour leurs soutiens, encouragements, et sacrifices, eux qui m'ont guidé durant toutes mes d'études vers le chemin de la réussite, merci pour tout.

À monsieur Alinehari, monsieur Yezli :

Ceux qui ont accepté de m'encadrer et de m'orienter non seulement sur ce travail mais aussi tout au long de mon cursus. Je les remercie pour le temps que vous avez consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche.

À mon cher frère Mohamed et ma chère sœur Amina :

Chère sœur et unique frère aucun mot ne vaut de ce que vous avez sacrifié pour moi, vous m'avez aidé que ce soit dans ce travail ou dans toute situation difficile que j'ai rencontré.

À ma chère sœur Fatima Zohra, son époux Ahmed, et le Fruit de leurs relation ma chère nièce Bouchra Maria :

Merci de faire partie de ma vie, pour votre temps que vous m'avez consacré pour votre présence là où j'ai besoin que ce soit dans le bon ou le mauvais.

À ma grande mère TATA, ma cousine Asma et à toute la famille AISSA et DIFAALAH.

Mes binômes SAID Mohamed Yacine, BELHOUCINE Dalila Lamia :

Veillez trouver à travers ce travail un témoignage de mon admiration et toute ma gratitude, de mon affection la plus sincère et de mon remerciement le plus profond pour votre soutien moral et votre patience pour la réalisation de ce mémoire.

À mes très chers Amis :

À celui qui m'a accompagné durant ces années, et qui ne cesse de me soutenir et de me guider avec leurs harmonies de conseils merci ***Yacine.***

À ma chère copine ***Ahlem,*** et mon frère ***Zakaria,*** je vous souhaite du bonheur pour toujours.

Finalement, je dédie ce modeste travail à ma promotion 2016 /2021 du Département SNV avec lesquels j'ai passé tant de beaux souvenirs qui seront gravés à tout jamais dans ma mémoire. Merci d'être toujours là pour moi.

Nadjet

Dédicaces

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail :

À mes très chers parents Abderrazak et Habiba :

Vous êtes toujours pour moi un exemple de parents respectueux, honnêtes, je tiens à honorer les parents que vous êtes. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que vous avez déployé pour mon éducation et ma formation. Je vous aime et j'implore le tout-puissant pour qu'il vous accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

À ma très chère grand-mère Fatma :

Mima, Tu étais ma deuxième maman, J'ai vécu mes 5 ans avec toi Ces années étaient les plus belles de ma vie. Je t'aime du plus profond de moi, tu es si importante à mes yeux, que dieux te garde mon plus cher bijou.

À Mr Ali-Nehari, Mr Yezli :

Mes dédicaces s'adressent particulièrement à Mr Ali-Nehari, Mr Yezli, pour leur encadrement de qualité, leur motivation professionnelle, et leur patience ainsi pour le temps qu'ils ont consacré à la réalisation de ce travail.

À mon cher frère Oussama et ma chère sœur Ahleme :

Vous avez gagné ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apporté. Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé. Oussama Tu es mon idole je suis si fière de toi, ma petite Ahlem tu es ma meilleure amie.

À mes binômes AISSA Nadjat, SAID Mohamed Yacine :

Mes sincères remerciements au meilleur groupe de travail pour leur sérieux et l'accomplissement de notre travail dans la plus grande régularité.

À toute ma famille :

Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu vous garde et vous procure santé et bonheur.

À mes chers amis :

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et frères et des amis sur qui je peux compter, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Lamia

Dédicaces

J'ai l'immense plaisir de dédier ce travail :

À Ma très chère mère Karima et à mon très cher père Khaled :

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation, mon bien être et ma réussite. De par votre amour, votre soutien, tous les sacrifices consentis et les précieux conseils, recevez à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

À mes frères, mes cousins, mes cousines, mes oncles, mes tantes :

Je leur dédie ce travail pour tous les sacrifices qu'ils n'ont cessé de m'apporter tout au long de mes années d'études. À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire. Que Dieu leur apporte le bonheur, les aide à réaliser tous leurs vœux et leur offre un avenir plein de succès.

À Mr Ali-Nehari, Mr Yezli:

Ceux qui ont accepté de m'encadrer et de m'orienter non seulement sur ce travail mais aussi tout au long de mon cursus. Je les remercie pour le temps que vous avez consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche.

À mes binômes AISSA Nadjet, BELHOUCINE Dalila Lamia :

Veuillez trouver dans ce travail un modeste témoignage de mon admiration et toute ma gratitude, de mon affection la plus sincère et de mon remerciement le plus profond pour votre soutien moral et votre patience pour la réalisation de ce mémoire.

À mes Amis :

J'aimerais exprimer ma gratitude à tous les amis, avec lesquels j'ai passé tant de beaux souvenirs qui seront gravés à tout jamais dans ma mémoire. Nulle dédicace ne pourrait exprimer ma profonde affection et mon immense gratitude pour tous les encouragements et soutiens qu'ils ont consentis à mon égard. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible. Merci d'être toujours là pour moi.

Yacine

Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier ALLAH le Tout-Puissant, le tout miséricordieux qui, grâce à sa protection et sa bienveillance, nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail et de terminer nos études.

Nous exprimons nos vifs remerciements au Dr. ALI-NEHARI Abdelkader ainsi que Dr. YEZLI Wassim qui ont bien voulu encadrer ce travail mais surtout pour la confiance qu'ils nous ont témoigné. Nous ne saurâmes les remercier assez pour leur soutien et leur suivi scientifique le long de la réalisation de ce modeste travail. Nous leur devons beaucoup pour les encouragements et les conseils qu'ils nous ont prodigués.

Au Pr. SASSI Mohamed c'est pour nous un grand honneur de vous voir siéger dans notre jury. Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail. Veuillez trouver, chère Professeur, le témoignage de notre grande reconnaissance et de notre profond respect.

Nous exprimons nos sincères remerciements au Dr. RAHMOUN pour l'honneur qu'il nous a fait d'évaluer et d'examiner ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs du Département SNV qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études. Nous tenons à sincèrement remercier toutes les personnes que nous avons interrogées pour le temps qu'elles n'ont consacré. Même si ce n'est que quelques minutes passées ensemble.

Enfin, nos remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail ou qui nous ont encouragé et soutenu à tout moment à savoir ;

- Le Directeur du laboratoire LSPS – Université de Tlemcen ainsi que Mme Benaïssa pour l'accueil, la gentillesse et l'aide, qui nous ont été réservés.
- Tout le personnel exerçant au laboratoire du CACQE du directeur aux agents de sécurité en particulier la microbiologiste madame KHAROUBI Amina.
- Sans oublier les ingénieures du labo Mr. BENHLIMA Ahmed, Mr. AOUALI Houari, Mr. BETTFAL Abdelhamid, Mr. REGHOUI Bachir ; nous ne les remercierons jamais assez.

ملخص

تم تحليل السرطانات المعالجة المجمدة المستوردة من الصين والتي يتم تسويقها على نطاق واسع في السوق المحلية، من أجل تقييم جودتها الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية ولإظهار التراكم الحيوي لثلاثة معادن ثقيلة (Cd،Cu،Zn) كمؤشرات تلوث وكذلك تحليلات النشاط الإشعاعي. أظهرت النتائج التي تم العثور عليها متوسط قيم درجة الحموضة قدر بـ 7,73 والرطوبة بنسبة 67,07٪، أما نسبة الدهون تعادل تلك الموجودة في اللحوم متوسطة الدسم، وجرعة من إجمالي النيتروجين الأساسي المتطاير قدرت بـ 38,08 ملغ / 100. بالنسبة لمعدلات (Zn) و (Cu) الموجودة أقل من معيار القيم القياسية المتوسطة البالغة 4.4 ملغ / كغ و 1.80 ملغ / كغ على التوالي، في حين أن مستوى (Cd) أعلى من المستوى القياسي مع متوسط 0.69 ملغ / كغ. مع ذلك، كشف التحليل الميكروبيولوجي عن الغياب التام للبكتيريا الممرضة *salmonelle* و *staphylocoques* وكذلك *coliformes fécaux*، ووجود بكتيريا *Flore mésophile aérobie totale* بمستويات أقل من المعايير المرجعية الجزائرية، ووجود *Clostridium sulfito-réducteur* عند حدود مقبولة. كما أظهرت نتائج النشاط الإشعاعي وجود جميع النويدات المشعة التي تمت دراستها بأنشطة أقل من المعيار باستثناء الثوريوم (^{232}Th) والذي يتجاوز بقليل المعيار القياسي مع نشاط 10.28 بيكريل / كغ.

كلمات دالة : سرطان البحر المعالج والمجمد، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية، المعادن الثقيلة، النشاط الإشعاعي.

RESUME

Les crabes transformés surgelés importés de la Chine et qui sont largement commercialisés sur le marché local, ont été analysés dans le but d'évaluer leur qualité physico-chimique et microbiologique et pour la mise en évidence de la bioaccumulation de trois métaux lourds (Zn, Cu, Cd) comme indicateurs de pollution ainsi que des analyses de la radioactivité. Les résultats trouvés montrent des valeurs du pH alcalins avec une moyenne de 7,73, une teneur en eau de 67.07%. Des teneurs en lipides équivalentes à celle des viandes moyennement grasses, Un dosage d'ABVT de 38,08mg/100. Les taux du (Zn) et de (Cu) trouvés sont nettement inférieurs à la norme des valeurs moyennes de 4.4 mg/Kg et de 1,80 mg/Kg, respectivement, alors que le taux du (Cd) est supérieur à celui de la norme avec une moyenne de 0.69 mg/kg. Toutefois l'analyse microbiologique a révélé l'absence totale des germes pathogènes; les salmonelles et les staphylocoques et aussi des coliformes fécaux, la présence de la Flore mésophile aérobie totale avec des taux inférieurs aux normes algériennes, et la présence des *Clostridium sulfito-réducteur* à des seuils tolérable. Les résultats de la radioactivité montrent une présence de tous les radionucléides étudiés avec des activités inférieures à la norme sauf pour le thorium (^{232}Th) qui dépasse légèrement la norme avec une activité de 10,28 Bq/kg.

Mots clés : Crabe transformé surgelé, qualité physico-chimique, qualité microbiologique, métaux lourds, radioactivité.

Abstract

The frozen processed crabs imported from China and which are widely traded on the local market, were analyzed in order to evaluate their physicochemical and microbiological quality and for the highlighting of the bioaccumulation of the three heavy metals (Zn, Cu, Cd) as indicators of pollution as well as radioactivity analyses. The results found show alkaline pH values with an average of 7,73, a content moisture of 67,07%, lipid contents equivalent to that of medium-fat meats, a dosage of ABVT of 38,08 mg/100. The levels of (Zn) and (Cu) found are clearly lower than the standard with average values of 4,4 mg/Kg and 1.80 mg/Kg, respectively while the level of (Cd) is higher than the standard with an average of 0,69 mg/kg. However, the microbiological analysis revealed the total absence of pathogenic germs salmonella and Staphylococcus and also fecal coliforms, the presence of total aerobic mesophilic flora with rates below the Algerian standards, and the presence of sulphite-reducing clostridium at tolerable thresholds, the results of the radioactivity show a presence of all the studied radionuclides with activities lower than the standard except for the thorium (^{232}Th) which exceeds slightly the standard with an activity of 10,28 Bq/kg .

Keywords: Frozen processed crab, physico-chemical quality, microbiological quality, heavy metals, radioactivity.

Tables des Matières

Résumés.....	vi
Tables des matières.....	ix
Liste des Abréviations.....	xi
Liste des Tableaux.....	xii
Liste des Figures.....	xiii

1^{ère} partie : Introduction Générale

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

Partie expérimentale

Chapitre 1 : Matériel & Méthodes

I. Matériel et Méthodes	8
I.1. Matériel utilisés.....	8
I.1.1. Matériel biologique	8
I.1.2. Matériel et produits	9
I.2. Méthodologie de travail	9
I.2.1. Enquête sur la consommation des crabes transformés surgelées.....	9
I.2.2. Échantillonnage et conditionnement	9
I.2.3. Durée et lieux de travail	10
I.2.4. Analyse des paramètres physico-chimiques	10
I.2.4.1. Mesure de pH	10
I.2.4.2. Teneur en eau	12
I.2.4.3. Dosage de la matière grasse	12
I.2.4.4. Dosage d'ABVT	15
I.2.4.5. Dosage des métaux lourds	16
I.2.4.6. Radioactivité	20
I.2.5. Analyse des paramètres microbiologiques	23
I.2.5.1. Principe	23
I.2.5.2. Préparation de la suspension mère	23
I.2.5.3. Préparation des dilutions décimales	23

I. 2.5.4. Expression des résultats	24
I. 2.5.5. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	26
I. 2. 5. 6. Dénombrement des Coliformes fécaux.....	26
I.2. 5.7. Recherche et dénombrement des staphylocoques.....	27
I.2. 5.8. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	29
I.2. 5.9. Recherche et dénombrement des salmonelles	30
I.2.6. Analyse statistique	32

Chapitre 2 : Résultats et discussions

II. Résultats et Discussions	34
II.1. Résultats de l'enquête	34
II. 2. Analyse des paramètres physico-chimiques	34
II. 2. 1. Mesure de pH	34
II. 2. 2. Teneur en eau.....	35
II. 2. 3. Teneur en matière grasse	36
II. 2. 4. Dosage d'ABVT	36
II. 2. 5. Dosage des métaux lourds	37
II. 2. 6. Radioactivité	39
II. 3. Analyse des paramètres microbiologiques	40
II. 3. 1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	40
II. 3. 2. Dénombrement des Coliformes fécaux.....	42
II. 3. 3. Recherche et dénombrement des staphylocoques.....	43
II. 3. 4. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs	44
II. 3. 5. Recherche et dénombrement des salmonelles.....	45
II. 3. 6. Récapitulation des résultats d'analyses microbiologiques.....	46
Conclusion.....	48
Références bibliographiques	51
Annexes	56

Liste des abréviations

ABVT : Azote basique volatil total.	MG : matière grasse.
AFNOR : Association française de normalisation.	MKTTn : Müller-Kauffmann au tétrathionate et Novobiocine.
AOAC : Association of official analytical chemists.	MRN : matières radioactives naturelles.
API : Appareils et Procédés d'Identification.	NF : Norme française.
BP : Baird-Parker.	OMS : Organisation mondiale de la santé.
Bq : becquerel.	P.E : Point éclair.
C° : Degré Celsius.	PCA : Plate Count Agar.
CACQE : Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage.	QMA : qualité microbiologique acceptable
CE : Communauté européenne.	QMNS : qualité microbiologique non satisfaisante
CIRC : centre international sur la recherche sur le cancer.	QMS : qualité microbiologique satisfaisante
FAO : Food and Agriculture Organisation.	RVS : Rappaportvassiliadis soja.
GMAT : germe mésophile aérobie totale.	SAAF : Spectroscopie d'absorption atomique à flamme
GN : gélose Nutritive.	SM : solution mère
H₂SO₄ : Acide sulfurique.	SS : gélose Salmonella Shigella.
Hcl : Acide chlorhydrique	TCA : Acide trichloracétique.
HHP : Haute pression hydrostatique.	VF : viande foie.
HNO₃ : Acide nitrique.	VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar.
ISO : Organisation internationale de standardisation.	WB : Wilson blair.
JORAD : Le Journal officiel de la République algérienne démocratique.	XLD : xylose lysine désoxycholate.
Kev : kiloelectronvolt.	¹³⁷ Cs : Césium.
LSPS : laboratoire de recherche spectrochimie et pharmacologie structurale.	²¹⁴ Pb : Plomb.
	²²⁸ Ac : Actinium
	²³² Th : Thorium.
	²³⁸ U : Uranium.
	⁴⁰ K : Potassium.
	⁶⁰ Co : Cobalt.

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Matériel et produits utilisés dans les différents dosages et analyses	9
Tableau 2 :	Concentrations des standards et les quantités prélevées de la solution mère	18
Tableau 3 :	Caractéristiques des radionucléides testés	22
Tableau 4 :	Différentes valeurs du pH mesurées des crabes transformés surgelés	35
Tableau 5 :	Différentes valeurs de la teneur en eau des crabes transformés surgelés	35
Tableau 6 :	Différentes valeurs de la teneur en matière grasse dans les crabes transformés surgelés	36
Tableau 7 :	Dosage d'ABVT dans les crabes transformés surgelés	37
Tableau 8 :	Teneurs des trois métaux lourds analysés dans les échantillons analysés	38
Tableau 9 :	Concentrations d'activité des radionucléides et leurs énergies dans l'échantillon de crabe transformé	39
Tableau 10 :	Niveau de contamination du produit par les GMAT et la qualité microbiologique du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes	41
Tableau 11 :	Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes	42
Tableau 12 :	Niveau de contamination du produit par <i>Staphylococcus aureus</i> et la qualité microbiologique du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes.	43
Tableau 13 :	Niveau de contamination du produit par Clostridium sulfito-réducteurs et la qualité du crabe transformé et surgelé selon les normes algériennes	44
Tableau 14 :	Niveau de contamination du produit par salmonella et la qualité du crabe transformé et surgelé selon les normes algériennes.	45
Tableau 15 :	Résumé de résultats d'analyses microbiologiques des échantillons de crabes surgelés comparés avec les normes Algériennes.	

Liste des figures

Fig. 1 :	Chair de Crabe transformé et surgelé	8
Fig. 2 :	pH mètre Mettler Toledo five easy F 20	11
Fig. 3 :	Extraction des lipides au Soxhlet par l'éther de pétrole	14
Fig. 4 :	Evaporateur rotatif	14
Fig. 5 :	Montage d'entraînement à la vapeur	16
Fig. 6 :	Instruments de base pour la SAAF	19
Fig. 7 :	Spectromètre gamma et le détecteur NAI (TI) 2×2 pouces	22
Fig. 8 :	Protocole d'analyses microbiologiques.....	25
Fig. 9 :	Dilutions des échantillons A, B et C.....	41
Fig. 10 :	Résultats de dénombrement des GAMT dans les solutions mères	41
Fig. 11:	Résultats de dénombrement des coliformes fécaux dans les crabes transformés et surgelés.....	42
Fig. 12 :	Résultats de la recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> dans les crabes transformés et surgelés	43
Fig. 13 :	Résultats de la recherche des Clostridium sulfito-réducteurs dans les crabes transformés et surgelés	44
Fig. 14 :	Résultats de la recherche de salmonella dans les milieux : Wilson blair, Hektoen et xylose lysine désoxycholate	45

Introduction Générale

Introduction

La demande d'approvisionnement en aliments protéinés sûrs et de haute qualité augmente de jour en jour avec l'augmentation de la population humaine dans le monde. Cette situation est plus importante dans les pays en développement où la malnutrition et le manque d'aliments de qualité sont largement répandus. Par conséquent, pour répondre à une telle demande de besoins en protéines, des aliments provenant de sources non conventionnelles sont étudiés pour augmenter la production et l'offre (Nanda *et al.*, 2021).

En effet, les océans constituent une richesse alimentaire très diversifiée (algues, crustacés, coquillages, mollusques, poissons) et exploitées représentent certains des plus importants aliments dans presque tous les types de sociétés, y compris celles des pays développés et en développement (Nollet et Toldrá, 2009). La production mondiale de poissons a atteint, en 2018, environ 179 millions de tonnes. Sur ce total, 156 millions de tonnes ont été destinés à la consommation humaine, ce qui équivaut à une offre annuelle estimée à 20,5 kg par habitant. L'aquaculture représentait 46 % de la production totale et 52 % du volume destiné à la consommation humaine (FAO, 2020).

La production halieutique nationale se situait entre 2001 et 2009 entre 130 000 et 145 000 avec une année exceptionnelle en 2006 où l'on a frôlé les 160 000 tonnes. Cette production s'est stabilisée de 2001 à 2019 autour de 100 000 tonnes avec un ratio moyen de consommation des produits de la pêche oscillant entre 4,5 et 5 kg/habitant/an, encore loin des standards de l'OMS (El Watan, 2021). Ce qui a nécessité l'ouverture du marché Algérien à l'extérieur comme plusieurs pays, et on a vu apparaître de nouveaux produits de consommation telle que les poissons surgelés.

Parmi ces espèces aquatiques comestibles, les crustacés qui comprennent, le crabe, les crevettes, le homard, les écrevisses et le krill. Ce sont des invertébrés aux corps segmentés et ont une grande importance commerciale à un prix élevé à la fois sur les marchés nationaux et internationaux (Nanda *et al.* 2021). Les crustacés occupent une place importante grâce à leur valeur marchande. En raison de la forte demande sur le marché mondial des crustacés décapodes, la pêche de cette ressource ne cesse de se développer

Introduction générale

avec une production actuelle d'environ un million de tonnes par an. L'exploitation des statistiques sur les produits de pêche dans le monde, montre que les mollusques et les crustacés, particulièrement les décapodes, constituent la principale ressource d'invertébrés marins (Ghorab, 2016).

Les crabes sont un groupe distinct de crustacés décapodes et connus pour prospérer dans une grande variété d'habitats, dans presque toutes les niches du monde, à l'exception de l'Antarctique. Environ 7000 espèces de crabe sont signalées dont 20% en eau douce (ruisseaux, rivières, lacs, étangs, marécages), et se reposent en milieu marin (marécages, estuaires / mangroves, bord de mer, mer profonde), intertidale, terrestre et semi-terrestre (arbre - des habitats d'escalade, de sol forestier, de grotte sèche et même de désert). Qu'ils soient élevés à la ferme ou capturés dans la nature, les crabes sont commercialisés dans le monde entier sous forme de chair ou de chair de crabe. Cependant, le prix du marché du crabe d'eau comestible frais ou marin est principalement déterminé en fonction de facteurs tels que la taille, l'âge, le poids, l'origine et le sexe (Nanda *et al.*, 2021).

Comme ils sont l'une des sources les plus importantes de denrées alimentaires et ne se classent qu'au troisième rang après les crevettes et les homards en termes de production mondiale de fruits de mer. De nombreuses variétés de crabe sont très populaires pour leur richesse nutritionnelle, leur saveur et leur délicatesse appréciée, ainsi que la valeur de la pêche qu'elles soutiennent. Ainsi, et en raison du caractère unique de la qualité de la viande, des qualités perceptibles de goût et de saveur, la viande de crabe est un aliment préféré et occupe une place particulière parmi les fruits de mer dans les restaurants à travers les pays. De plus, la chair de crabe est très nutritive et saine, en plus d'être une riche source de protéines hautement digestibles, les acides aminés essentiels, les acides aminés libres, les acides gras insaturés en particulier les acides gras oméga-3 à longue chaîne, les glycosaminoglycanes, la chair de crabe sont également une excellente source de vitamines et de minéraux, en particulier le calcium, le fer, zinc, potassium et phosphore (Nanda *et al.* 2021).

La qualité des produits finies est fortement influencer par la qualité et surtout de la fraîcheur du produit brut (Sampels, 2015). Actuellement, les consommateurs sont de plus en plus soucieux de leur santé et demandent des aliments peu transformés avec une durée

Introduction générale

de conservation prolongée et une garantie de sécurité. Pour satisfaire la demande des consommateurs de produits à base de crabe sûrs ayant une longue durée de conservation, les transformateurs explorent des technologies innovantes pour maintenir la qualité souhaitée et la sécurité des produits à différents stades de la transformation (Nanda *et al.*, 2021).

La transformation du crabe génère également une quantité importante / considérable de sous-produits et de déchets de qualité alimentaire potentiellement récupérables (coquilles, viscères et viande résiduelle restant dans les plaques et les pattes). Plusieurs produits à valeur ajoutée sont développés à partir de ces matières résiduelles. En outre, les griffes, les pattes et les viscères sous-dimensionnés pourraient être des matières premières potentielles pour le développement de produits à valeur ajoutée (Nanda *et al.*, 2021).

Comme la plupart de ces produits ne sont disponibles pendant certaines saisons de l'année et qu'ils s'altèrent rapidement lorsqu'ils sont frais, et subissent de modifications organoleptiques, nutritionnelles et/ou sanitaires au cours du temps (Djioua, 2010). Résultante de réactions endogènes et exogènes. Ces dernières sont de natures chimiques, enzymatique et microbiologique (Koutsoumanis et Sofos, 2004). Ladite altération est dépendante en grande partie des conditions de stockage qui favorisent davantage ces réactions. L'absence d'infrastructures adéquates accentue la détérioration des produits et réduit de manière conséquente leur valeur. Il s'agit entre autres des hydrolyses lipidique et protéique, dont la résultante est une multitude des produits responsables de l'altération de la qualité organoleptique, sanitaire, nutritionnelle des produits, où certains constituent un danger mortel telles que les intoxications (Parente *et al.*, 2001).

En général, la plupart des produits du crabe ont une durée de conservation réfrigérée de cinq jours dans des conditions aérobies. Les produits perdent leur saveur et leur couleur en 10 à 14 jours, même dans de bonnes conditions de stockage en raison de la croissance microbienne et de l'activité enzymatique. En fait, la qualité et la durée de conservation des produits du crabe dépendent de nombreux facteurs, y compris les méthodes de récolte, la température, les types de traitement, les méthodes de conservation, le stockage et d'autres conditions. Les méthodes de manipulation employées après la récolte jouent un rôle crucial sur les changements microbiologiques, physiques et biochimiques qui à leur tour

déterminent la qualité microbienne et la durée de conservation des produits bruts et transformés (Nanda *et al.*, 2021).

Pour limiter ces modifications et allonger leur durée de vie, il est nécessaire de développer des techniques de conservation qui nous assureraient des denrées alimentaires saines, non dangereuses, qui se garderaient le plus longtemps possible (Touzi et Merzaia, 2008). Ces nouvelles technologies thermiques et non thermiques innovantes réduisent non seulement la contamination microbienne, mais améliorent également la durée de conservation et préservent les attributs nutritionnels, culinaires et sensoriels des produits du crabe (Nanda *et al.*, 2021).

Dans le domaine des produits aquatiques, plusieurs méthodes de conservation sont utilisées. La pasteurisation correspond très souvent à une cuisson sous vide des produits, qui consiste à cuire des produits généralement conditionnés sous vide dans des emballages adaptés. La cuisson sous vide présente un certain nombre d'avantages spécifiques parmi lesquels on peut citer ; la préservation de la qualité organoleptique, un meilleur rendement à la cuisson et l'allongement de la durée de conservation dû à l'absence de recontamination après cuisson. Les produits pasteurisés ne sont pas des produits stabilisés au sens où on l'entend habituellement. Les caractéristiques du traitement thermique (température et durée) ont une influence directe sur la qualité du produit fini (Pôle, 2012).

Alors que la congélation rapide ou surgélation, est une technique qui permet d'exposer l'aliment à des températures plus basses que la congélation. Il s'agit d'un refroidissement brutal (-35°C/-196°C) puis de congélation à -15°C /-18°C. Cette technique permet la formation de nombreux et petits cristaux de glace qui ne détériorent pas l'aliment (Touzi et Merzaia, 2008). En revanche, malgré l'utilisation répandue de la méthode de surgélation dans l'exportation de denrées alimentaires dans divers pays, les études n'ont pas été exposées à des preuves concluantes de sa capacité à maintenir les valeurs nutritionnelles, les paramètres physicochimiques et même la qualité hygiénique.

Dans une étude récente, la chair de crabe en morceaux a été traitée en utilisant la cuisson sous vide dans différentes combinaisons de température (75, 80 et 85°C) et de temps (1 et 2 h) pour étudier sa qualité et sa durée de conservation. Les auteurs ont

rapporté que cette approche systématique de la cuisson (pendant 1 h à 80 °C) pouvait maintenir la qualité de la viande sans altérer le schéma protéique, avait le moins d'effet sur la couleur et l'oxydation des lipides et également amélioré la durée de conservation (> 60 jours) de la chair de crabe. En inactivant les micro-organismes. Certaines des technologies non thermiques et les plus connues sont la haute pression hydrostatique (HHP), le traitement à haute pression (HPP), la radio pasteurisation, le traitement phagique, etc (Nanda *et al.*, 2021).

D'autre part, la faible production ainsi que la qualité des produits aquacoles sont en parti liées à la qualité physico-chimique des milieux de production. En effet, les polluants influencent la qualité des eaux et des sédiments des fermes piscicoles portant ainsi atteinte aux produits aquacoles. Aussi, la proximité des terres agricoles avec l'épandage des engrais et des pesticides, de même que les industries chimiques en milieu périurbain entraînent-elles la pollution des milieux d'élevage aussi bien dans les fermes continentales que lagunaires (Coulibaly, 2018). Les pollutions les plus néfastes pour l'équilibre fragile de la vie marine ne sont pas les plus visibles. Bien au contraire, ce sont celles qui se voient le moins (Bendada, 2011).

De nombreux produits chimiques sont rejetés dans l'environnement aquatique. Les courants marins les répandent d'un bout à l'autre de la planète. La pollution des eaux est un facteur de destruction bien plus important pour l'écosystème marin, que la pêche industrielle. À la différence des autres contaminants, les métaux lourds sont des composés inorganiques, ce sont des minéraux, très toxiques, même à des faibles concentrations (Lafendi, 2017) qui s'accumulent subrepticement, pour finir par atteindre des seuils toxiques. Ils peuvent causer le cancer, des dommages au foie, des problèmes de reproduction et des malformations congénitales ainsi que d'autres fléaux dangereux (Bendada, 2011).

C'est dans ce contexte que le présent travail, vise à évaluer la qualité nutritive et hygiénique des crabes transformés surgelés commercialisés en Algérie. Ainsi que sa qualité organoleptique, physicochimique et de la bioaccumulation des métaux lourds (Zn, Cu et Cd) comme indicateur de pollution. Aussi, la mise en évidence de la présence des radionucléides comme le (^{238}U), (^{214}Pb), (^{232}Th), (^{212}Pb), (^{228}Ac), (^{137}Cs), (^{40}K) et (^{60}Co).

Introduction générale

Afin de pouvoir atteindre ces objectifs, la présente étude s'articule autour des axes suivants:

1. *Collecte des échantillons des crabes surgelés de différents points de vente au niveau de la wilaya de Tiaret.*
2. *Enquête sur la consommation des poissons et des crabes surgelés dans la wilaya de Tiaret*
 - ▣ *Un sondage destiné à la population sous forme d'un questionnaire.*
3. *Détermination des paramètres physicochimique :*
 - ▣ *pH, la teneur en eau, dosage de la matière grasse, dosage de l'Azote basique volatil total (ABVT), dosage des métaux lourds et la radioactivité.*
4. *Analyse microbiologique :*
 - ▣ *Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile total, les coliformes fécaux, Staphylococcus aureus et Clostridium sulfuto-réducteur et salmonelles.*

Partie
Expérimentale

Chapitre 1

Matériel & Méthodes

I. Matériel et Méthodes :

L'objectif de notre travail était l'évaluation de la qualité nutritive et hygiénique des crabes surgelés commercialisés en Algérie issus de l'importation de la Chine. Le travail comprend deux parties, la première est une enquête sur la consommation des crabes surgelés dans la wilaya de Tiaret, et la deuxième est une partie expérimentale visant à déterminer les paramètres physicochimiques (pH, la teneur en eau, dosage de la matière grasse, dosage de l'Azote basique volatil total (ABVT), dosage des métaux lourds et la radioactivité) et une analyse microbiologique à travers la recherche et le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale, les coliformes fécaux, salmonelles, *staphylococcus aureus* et clostridium sulfuro-réducteur.

I.1. Matériel utilisés :

I. 1. 1. Matériel biologique :

Le matériel biologique utilisé pour ce travail est du crabe transformé surgelé (figure 01), ce dernier est conditionné dans un film plastique emballé dans une boîte en carton. Les échantillons ont été retenus au niveau de différents points de vente de la wilaya de Tiaret destinés aux consommateurs.



Figure N° 01 : Chair de crabe transformé et surgelé (photo originale)

I. 1.2. Matériel et produits :

Le matériel et les produits utilisés sont présentés dans le tableau 1 suivant :

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

Matériel	Appareillage	Réfrigérateur, Etuve, Four, Agitateur magnétique, Vortex, pH mètre, appareil Soxhlet, Rotavapor, dessiccateur, Spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme, détecteur NAI (TI) 2×2 pouces, Micro-ordinateur.
	Autres	Boîtes de pétri, tubes à essais stériles, mortier et pilon, verreries, balance analytique.
Produits	Réactifs	NaoH, Hcl (4N), l'éther de pétrole, acide trichloracétique (TCA), acide borique 2%, acide sulfurique (H ₂ SO ₄), acide nitrique (HNO ₃), rouge de méthyle
	Milieux de culture	PCA, VF, BP, VRBL, Iron, RVS, MKTTn, WB, XLD, WB, Hektoen
	Autres	Eau distillée, désinfectant (Alcool).

I. 2. Méthodologie de travail :**I. 2. 1. Enquête sur la consommation des crabes transformés surgelés:**

Pour savoir le pourcentage de consommation et à quel point les consommateurs des crabes surgelés sont satisfaits, on a réalisé un sondage auprès de la population de la wilaya de Tiaret. Le sondage était sous forme de questionnaire dont les réponses sous forme d'un choix sur deux ou trois propositions (Annexe N°01). L'interrogatoire a touché 150 personnes de différents âges sur une période du mois de Mai au mois de Juin.

I. 2.2. Échantillonnage et conditionnement :

Nous avons recueilli huit (08) échantillons de crabes surgelés auprès des marchés de différentes communes de la wilaya de Tiaret d'une façon aléatoire (Soho, Blassa,

Volani, Rahma, Sonatiba). Les échantillons ont été conservés sous une température -18C° avant leurs utilisations dans différentes analyses.

I.2.3. Durée et lieux de travail :

Sur une période étalée du mois d'avril au mois de juin, la partie expérimentale (analyse physico-chimique) a été réalisée au niveau du laboratoire de technologie alimentaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université IBN KHLDOUN-Tiaret, alors que la partie microbiologique au niveau du laboratoire du CACQE de la wilaya de Tiaret. Alors que le dosage des métaux lourds et l'analyse radiologique ont été réalisés au niveau du laboratoire de spectrochimie et pharmacologie structurale, Université de Tlemcen.

I. 2. 4. 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'analyse physicochimique applicables aux domaines alimentaires, éditées par l'AOAC (association of Official Analytical Chemists).

I. 2. 4. 1. Mesure de pH :

Pour survivre, la plupart des organismes aquatiques ont besoin d'un pH proche de la neutralité (6-9). Les changements de pH peuvent altérer certaines de leurs fonctions, comme la respiration et la reproduction. La mesure du pH des produits de la mer est une étape importante car elle permet non seulement d'évaluer la fraîcheur mais aussi d'estimer leur durée de conservation. La recherche scientifique montre qu'il existe une relation directe entre le pH et la fraîcheur des produits de la mer. Par exemple, le pH des produits surgelés augmente lorsque la date de péremption mentionnée sur l'emballage du produit est dépassée, indiquant qu'ils ont commencé à se détériorer. Dans notre travail, les valeurs de pH ont été mesurées selon AFNOR à l'aide d'un pH mètre Mettler Toledo five easy F 20. L'opération s'effectue sur un extrait dilué 1/10 d'un échantillon des crabes broyés et homogénéisé.

▣ 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 puis ajouter 90 ml d'eau distillé 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.



Figure N° 02: pH mètre Mettler Toledo five easy F 20 (*photo originale*)

I. 2. 4. 2. Teneur en eau :

La teneur en eau a été estimée par la dessiccation de l'échantillon (10 g) pendant 03 heures à l'étuve à 115 °C (AFNOR, 1980).

▣ Mode opératoire

- ✓ Sécher des creusés à l'étuve durant 15 min à 103 °C.
- ✓ Peser 10 g de l'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à 103 °C pendant 03 heures.
- ✓ Retirer les creusés de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, laisser refroidir et peser.
- ✓ L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

▣ Expression des résultats

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

D'où :

H% : Humidité

M1 : Masse de la capsule + matière avant séchage(g)

M2 : Masse de la capsule +après séchage (g)

P : Masse de la prise d'essai

I. 2. 4. 3. Dosage de la matière grasse :

Selon l'arrêté interministérielle de 21 mai, 2006 de journal officiel Algérien N°33 la teneur en matière grasse totale des viandes et des produits à base de viande s'exprime en pourcentage en masse. D'habitude, la matière grasse représente les lipides qui sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques. Selon la méthode décrite par AOAC, (1990) la teneur totale en lipides dans notre travail a été déterminée par extraction au soxhlet et l'éther de pétrole a été utilisé comme solvant.

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

L'aliment solide est pesé et placé dans une capsule de cellulose. L'échantillon est extrait en continu par de l'éther de pétrole à ébullition (P.E. 35C°) qui dissout graduellement la matière grasse. Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon par déversement successifs causés par un effet de siphon dans le coude latéral. Comme seuil le solvant peut s'évaporer de nouveau, la matière grasse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit complète. Une fois l'extraction terminée, l'éther est évaporé, généralement sur évaporateur rotatif et la matière grasse est pesée (AOAC, 1990).

▣ Mode opératoire

- ✓ Peser dans une fiole conique 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 et filtrer le mélange.
- ✓ Avec de l'eau distillée chaude Laver le filtrat fois plusieurs.
- ✓ Placer le papier filtre dans la cartouche d'extraction, et couvrir avec du coton cadré.
- ✓ Sécher à l'étuve régler à 100 C° pendant 30 min et laisser refroidir à température ambiante.
- ✓ Peser la fiole conique séchée 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 4 h.
- ✓ Récupérer la fiole contenant le solvant et purifier par distillation.
- ✓ Extraire l'éther de pétrole par un évaporateur rotatif et sécher la fiole à l'étuve.
- ✓ Peser après séchage la fiole contenant la matière grasse extraite (fiole + matière grasse).

▣ Expression des résultats

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

$$MG = \frac{\text{poids (fiolle + MG)} - \text{poids (fiolle vide)}}{\text{poids d'échantillon}} \times 100$$



Figure N° 03 : Extraction des lipides au Soxhlet par l'ether de pétrole (*photo originale*)



Figure N° 04 : Evaporateur rotatif (*photo originale*)

I. 2. 4. 4. Dosage d'ABVT :

L'azote basique total est l'un des critères utilisés pour évaluer l'altération des produits de la mer. Il résulte majoritairement de dégradation des protéines par l'action de bactéries ou enzymes présents dans les poissons. La méthode de référence, décrite dans le règlement (CE) N°2074/2005, consiste en la distillation d'un extrait déprotéinisé par trichloracétique (TCA) suivie d'une titration par un acide (L'ABVT étant formé de composés basique). L'échantillon doit consister en 100 g de chair environ, prélevées en trois endroits différents au moins et mélangés par broyage. Le respect d'un protocole de mesure standardisé est essentiel pour la fiabilité des résultats. Deux ci sont exprimées en mg d'azote pour 100g de chair (mg/100g) (Etienne, 1998).

▣ Mode opératoire

Le dosage se fait en 03 étapes :

1. Extraction des bases volatiles

- Peser et broyer 100 g de chair crabe.
- Ajouter 200 ml acide trichloracétique (7,5%).
- Homogénéiser et filtrer.
- Récupérer 25 ml de filtrat dans un erlenmeyer.

2. Entraînement à la vapeur (VAPODEST)

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

3. Titrage

- Placer le bécher contenant 40 ml de distillat sur l'agitateur magnétique.
- Titrer le distillat avec une solution de d' H_2SO_4 à 0.1 N.
- Ajouter la solution d' H_2SO_4 à 0.1 N jusqu'à la complète décoloration.
- Noter le volume d' H_2SO_4 nécessaire pour neutralises le distillat.

❑ Expression des résultats

$$ABVT = \frac{(V_1 - V_0)1,4 \times 300}{25}$$

V_1 : Volume d' H_2SO_4 nécessaire pour neutraliser le distillat

V_0 : Volume d' H_2SO_4 nécessaire pour neutraliser l'essai blanc



Figure N° 05 : Montage d'entraînement à la vapeur (*Photo originale*)

I. 2. 4. 5. Dosage des métaux lourds :

Dans l'objectif de déterminer les niveaux de contamination par les métaux lourds dans nos échantillons, nous avons utilisé la spectroscopie d'absorption atomique à flamme (SAAF). Nous avons pu évaluer trois métaux lourds seulement (Cd, Cu, Zn). Le choix de ces trois éléments est basé sur la disponibilité de leurs standards.

❑ Principe du SAAF

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 6). 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 (Pradyt, 2004).

▣ 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 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 de 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).

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

$$C \left(\frac{mg}{Kg} \right) = \frac{(C_s - C_b) \times F_d}{PE \times 1000}$$

D'où :

C : Concentration finale en métal

C_s : Concentration en métal dans la solution en mg. L⁻¹

C_b : Concentration en métal dans le blanc en mg. L⁻¹

F_d : Facteur de dilution (dans notre cas F_d = 5)

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

Tableau 02 : Concentrations des standards et les quantités prélevées de la solution mère

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

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

▣ Mode opératoire :

a. 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 (HNO₃) et replacés dans le four à 350°C pendant 1h30 min.

b. 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 SAAF.

c. Dosage des métaux lourds par la SAAF :

L'appareil utilisé pour notre travail est un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (air/acétylène) de type AURORA A1 1200, doté d'un micro-ordinateur. Il comporte :

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

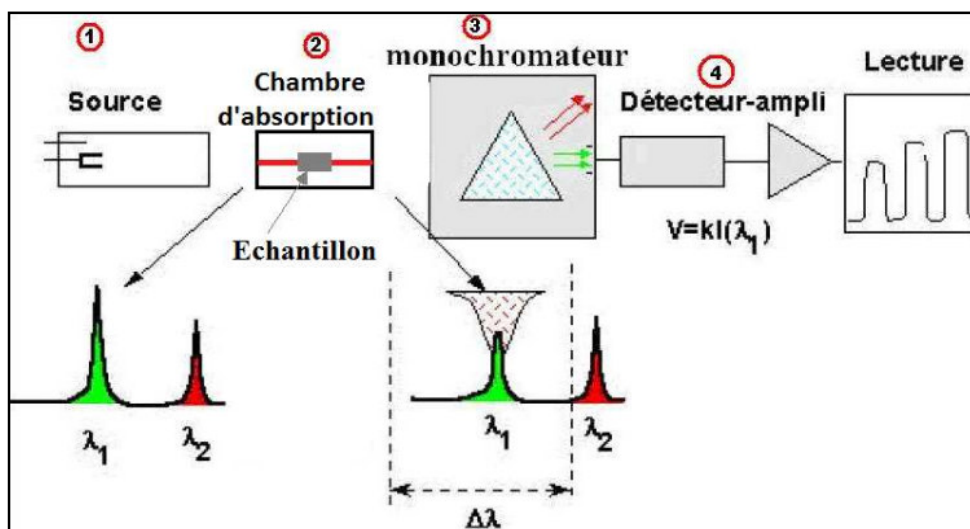


Figure N° 06 : Instruments de base pour la SAAF (Pradyt, 2004).

I. 2. 4. 6. Radioactivité :

La radioactivité dans l'environnement provient principalement de sources naturelles. Les radionucléides naturels comprennent les isotopes du potassium (^{40}K), de l'uranium (^{238}U et sa série de désintégration) et du thorium (^{232}Th et sa série de désintégration). En plus d'avoir une longue durée de vie (de l'ordre de 1010 ans), ces matières radioactives naturelles (MRN) sont normalement présentes dans les échantillons environnementaux en quantités variables. Par conséquent, les MRN se trouvent généralement dans les chaînes alimentaires terrestres et aquatiques, avec un transfert ultérieur aux humains par ingestion de nourriture. En d'autres termes, l'exposition radioactive interne du grand public est directement liée à la quantité et au type d'aliments consommés. Cette relation solide a suscité un intérêt et une préoccupation mondiaux envers l'exposition à la radioactivité provenant de la prise alimentaire (Alrefae *et al.*, 2014).

Dans ce contexte, on a réalisé une analyse radiologique sur la chair de crabe transformé surgelé au niveau du laboratoire de recherche spectrochimie et pharmacologie structural (LSPS) de l'Université de Tlemcen afin de calculer la concentration de quelques radionucléides par un spectromètre gamma (détecteur NaI (TI) 2×2 pouces) et le logiciel de vision GENIE 2000.

▣ Mode opératoire***a. Préparation de l'échantillon***

Après la décongélation de l'échantillon et l'élimination de la chapelure, on pèse environ 25g de la chair ensuite la séchée dans une étuve réglée à 50°C pendant deux jours et la conserver à l'obscurité sous froid pendant trois semaines.

b. Mesure de bruit de fond (Background)

Pour effectués les mesures il faut utiliser des sources radioactives pour l'étalonnage du détecteur puis le lancer. Le bruit de fond est dû à la radioactivité présente naturellement dans notre environnement. Du fait du caractère aléatoire de la radioactivité, il varie constamment d'un instant à l'autre et d'un lieu à un autre et pour que les résultats de la détection des radionucléides dans notre échantillon soient exacts il faut tout d'abord

mesurer le bruit de fond pour réduire la concentration de rayonnement présent naturellement. Afin de mesurer l'activité de ce dernier, il faut d'abord déterminer les nucléotides à rechercher et connaître leur énergies et efficacité ainsi que le nombre des coups .Ces informations sont enregistrées sur l'écran de l'ordinateur grâce au logiciel génie 2000 qui affiche et l'analyse des données de spectrométrie gamma.

c. Mesure de l'activité de l'échantillon

Après avoir mesuré le bruit de fond on a passé à la mesure de l'activité de notre l'échantillon selon les étapes suivantes :

- On prend 06 g de la préparation de ce dernier, on le met dans un tube vide après l'avoir pesé dans cet état (vide).
- On le place dans le détecteur et on suit les mêmes procédures de l'expérience précédente (mesure de Background).
- La durée des deux expériences sera la même (24 heures) pour avoir des résultats fiables.

Le tableau 03 présente les radionucléides et leurs énergies dont nous avons étudié l'activité dans notre échantillon.

❏ Expression des résultats

L'activité radiologique est calculée selon la formule suivante :

$$A = \frac{\Delta N}{T. \epsilon. m. \gamma\%}$$

A : Activité

N : Nombre de coup d'échantillon moins le nombre de coup de bruit de fond

T : Temps

m : La masse en kg

ε : Efficacité

γ% : Intensité (probabilité d'émission)

Tableau 03 : Caractéristiques des radionucléides testés.

Radionucléides	Energies	Probabilité d'émission $\Upsilon\%$	Efficacité (ϵ)
^{238}U (^{214}Pb)	351,9 Kev	0,35100 (35%)	0,357
^{232}Th (^{212}Pb)	239 Kev	0,033 (3,3%)	0,64
^{228}Ac	912 Kev	0,28 (28%)	0,263
^{137}Cs	661,6 Kev	0,85 (85%)	0,312
^{40}K	1460,8 Kev	0,11 (11%)	0,212
^{60}CO	1173 Kev	0,99 (99%)	0,23
	1332 Kev	0,99 (99%)	0,21

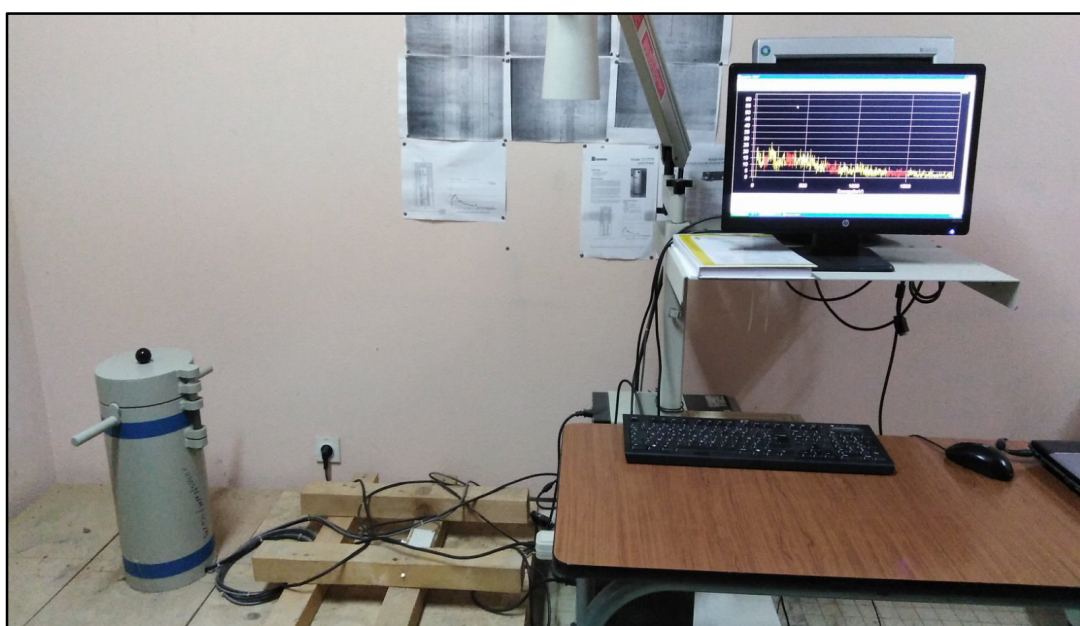


Figure N° 07 : Spectromètre gamma et le détecteur NAI (Tl) 2×2 pouces

(Photo originale)

I. 2. 5. Analyse des paramètres microbiologiques :

Un critère microbiologique applicable à un aliment permet de s'assurer qu'un produit ou un lot de produits est acceptable compte tenu de l'absence ou de la présence du nombre de microorganismes, y compris les parasites, et/ou de la quantité de leurs toxines/métabolites, par unité de masse, de volume, de superficie ou par lot (Bousbia, *et al.*, 2018).

I. 2. 5. 1. Principe :

Le principe consiste en premier lieu à faire isoler la population bactérienne qui se trouve dans notre échantillon, puis faire étaler les différentes dilutions préparées à partir de la suspension, sur différents milieux de cultures, pour favoriser la croissance de telle ou telle population qui se trouve dans notre échantillon, et par la suite une caractérisation de l'état microbiologique de notre produit alimentaire.

Les différentes analyses microbiologiques sont effectuées selon des normes ISO et des normes algériennes citées dans la réglementation relative aux Poissons, céphalopodes et mollusques crus (sauf mollusques bivalves vivants). Ces analyses ont été réalisées dans des conditions d'asepsie devant un bec bunsen dans un périmètre de 25 cm. La figure N° 8 résume le protocole expérimental des différents paramètres microbiologiques analysés.

I. 2. 5. 2. Préparation de la solution mère :

- Prélèvement des échantillons à l'aide d'une pince et scalpel stériles.
- Broyage de l'échantillon avec un pilon et mortier ou un broyeur électrique.
- Mettre 25 g du produit dans 255 ml d'eau peptonée tamponnée, le mélange sera homogénéisé pendant 2 minutes.
- Effectuer à partir de cette solution mère nos différentes dilutions.

I. 2. 5. 3. Préparation des dilutions :

- Préparation de 04 flacons stériles qui contient 9 ml de diluant (eau peptoné tamponné).
- Avec une pipette stérile on prend 1 ml de la solution mère après homogénéisation et le mettre dans le tube N°1 c'est la dilution 10^{-1} .

- 1 ml de tube N°1 est ensuite versé dans le tube N°2 qui contient 9 ml de diluant cette solution est la dilution 10^{-2} .
- Le même mode opératoire est reconduit pour le tube N°3 et N°4.

I. 2. 5. 4. Expression des résultats :

Nous avons retenu pour comptage, les boîtes de pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300, et le calcul du nombre de micro-organismes à été fait selon la formule suivante :

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

Où :

N : Nombre de germes par gramme de produit.

$\sum C$: Somme totale des colonies comptées.

n1 : Nombre de boîte comptés de la première dilution.

n2 : Nombre de boîte comptés de la seconde dilution.

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptage a été obtenus

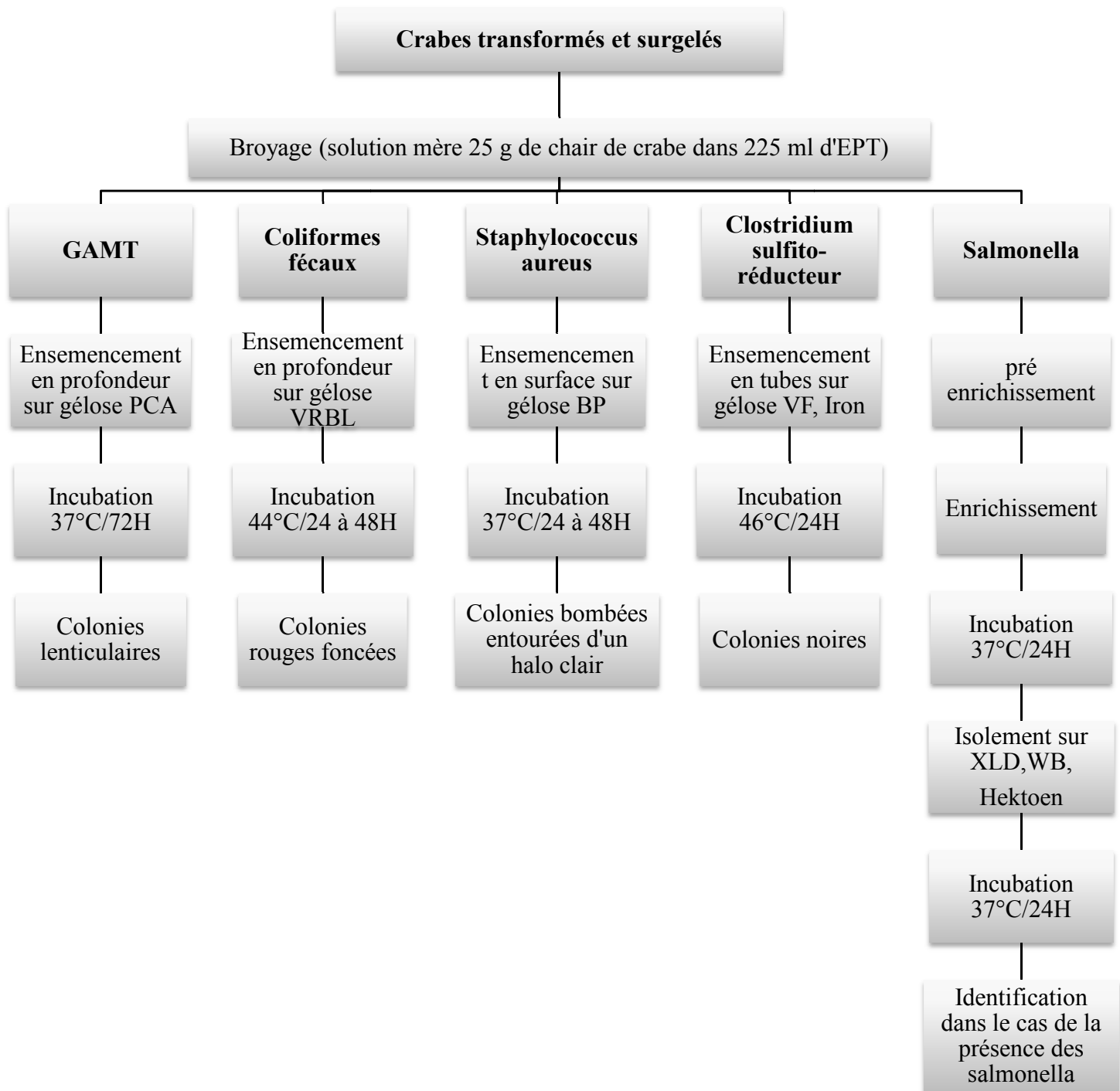


Figure N° 08 : Protocole d'analyses microbiologiques

I. 2. 5. 5. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

Il s'agit de l'ensemble des microorganismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance comprises entre 20 °C et 45 °C. En microbiologie alimentaire, on recherche et dénombre les microorganismes aptes à cultiver en 72 heures à 30 °C et en gélose pour dénombrement. Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile reste la meilleure méthode permettant d'estimer l'indice de salubrité et de qualité des aliments dans le contrôle industriel. Un aliment dont la flore totale est trop élevée montrera de mauvaises conditions de conservation et sera considéré comme impropre à la consommation (Bonnefoy, 2002).

▣ Objectif

L'analyse microbiologique permet de déterminer :

- La qualité hygiénique qui caractérise le risque pour la santé du consommateur,
- La qualité commerciale qui caractérise l'existence et le risque d'altération
- L'étude spécifique de la flore totale apporte des informations sur la salubrité du produit (Gassaama, 2002).

▣ Technique

Ensemencement en profondeur d'un milieu de culture « PCA » coulé dans une boîte de pétri avec 1 ml de la suspension mère ou les dilutions décimales obtenu de la SM, l'incubation des boîtes se fait pendant 72 heures à 30°C.

▣ Inoculation et incubation

Introduire dans une boîte de pétri 1 ml de la suspension mère ou des dilutions puis couler le milieu gélose utilisé le PCA fondu au préalable au bain d'eau et maintenue à 45-46°C. Placer les boîtes de pétri retournées, dans l'étuve à 30°C pendant 72 heures.

I. 2. 5. 6. Dénombrement des coliformes fécaux :

D'un point de vue pratique, les coliformes sont des bâtonnets asporogènes à Gram négatif qui fermentent le lactose en 48 heures et produisent des colonies sombres à reflet métallique sur gélose de type endo. En gros, les coliformes sont représentés par quatre ou cinq genres de la famille des *Enterobacteriaceae* : *Citrobacter*, *Enterobacter*,

Escherichia et Klebsiella (Loessner *et al.* 2008). Les *Enterobacteriaceae* se manifestent toutes sur les produits de la pêche par suite de contamination à partir du réservoir animal/humain. Dans les conditions normales, cette contamination a été associée à la contamination fécale ou à la pollution des eaux naturelles ou des milieux aquatiques, où ces organismes peuvent survivre très longtemps (des mois) ou à la contamination directe des produits au cours de leur préparation. Il en résulte que la lutte contre les maladies provoquées par les *Enterobacteriaceae* passe nécessairement par une bonne hygiène personnelle et l'éducation sanitaire du personnel chargé de manipuler les aliments. Le risque d'infection par les *Enterobacteriaceae* peut être réduit au minimum ou éliminé par une cuisson suffisante avant consommation (Huss, 1996).

❑ Objectif

La présence des coliformes fécaux est un bon indice de mauvaise condition hygiénique pendant ou après la transformation de l'aliment (Bonnefoy *et al.*, 2002), selon la réglementation algérienne ce critère ne dépassera pas normalement 10ufc/g.

❑ Technique

Ensemencement en profondeur d'un milieu de culture « VRBL » coulé dans une boîte de pétri avec 1 ml de la suspension mère ou des dilutions obtenu de la solution mère. L'incubation 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 des dilutions puis couler le milieu gélose utilisé le VRBL fondu au préalable au bain d'eau et maintenue à 45-46°C, Placer les boîtes de pétri retournées, dans l'étuve à 44°C pendant 24 à 48 heures.

I. 2. 5. 7. Recherche et dénombrement des staphylocoques :

Les staphylocoques sont des coques Gram+, catalase+, aéro-anaérobies, métabolisant le glucose par la voie fermentative. Les staphylocoques comprennent une vingtaine d'espèces. *Staphylococcus aureus* est l'espèce la plus fréquemment impliquée dans des infections d'origine alimentaire. (Bonnefoy *et al.*, 2002).

La maladie causée par *staphylococcus aureus* est l'intoxication alimentaire. Les symptômes habituels, qui peuvent survenir dans les 2–4 heures qui suivent la consommation d'aliments contaminés sont les nausées, les vomissements et, parfois, la diarrhée. Les symptômes ne durent généralement pas plus de 24 heures mais, dans les cas graves, la déshydratation peut conduire au choc et au collapsus.

Les produits de la mer comestibles peuvent être contaminés par les staphylocoques, soit par l'intermédiaire de manipulateurs infectés soit par l'environnement. Dans les cas les plus fréquents, la contamination est due à un individu atteint d'une infection aux mains, d'un rhume ou d'un mal de gorge (Huss, 1996).

▣ Objectif

Staphylococcus aureus coagulase positif est parmi les pathogènes les plus répandus et les plus dangereux pour l'homme, tant pour sa virulence que pour sa capacité à développer une résistance aux antibiotiques. Cette omniprésence combinée à sa virulence, fait que sa détection dans les aliments est de la plus haute importance pour garantir la sécurité des consommateurs (Joffin, 1999).

▣ Technique

L'ensemencement se fait en surface du milieu coulé préalablement dans les boîtes pétries, la gélose Baird-Parker est utilisée pour le dénombrement des *Staphylococcus aureus* dans la plupart des aliments. La sélection est assurée par le tellurite, la caractérisation se fait par la réduction du tellurite en tellure et par la production d'exoenzymes agissant sur les composants du jaune d'œuf.

▣ Inoculation et incubation

L'incubation se fait après étalement de l'inoculum (0.1 ml de la SM ou de la dilution) sur gélose pré coulée et incubation durant de 24 à 36 heures à 35° C ou à 37 °C.

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 noté que les

colonies de *Staphylococcus aureus* non pathogène sont souvent inhibées ou se développent de manière irrégulière. (Guiraud, 1998).

I. 2. 5. 8. Recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs* :

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des bacilles Gram positif anaérobies stricts capables de sporuler, réduisant les sulfites en sulfure. Hôtes normaux de l'intestin, ils peuvent également être d'origine tellurique. Leurs spores sont recherchées dans l'eau comme indice de contamination fécale ancienne. En bactériologie alimentaire, on recherche essentiellement les espèces d'origine fécale, en particulier *Clostridium perfringens* qui peut être responsable de toxi-infections alimentaires (Bonney, 2002).

▣ Objectif

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).

▣ Technique

- Préparez Cinq tubes et mettez dans chacun 1ml de la solution mère.
- Chauffez les tubes au bain marie régulier à 80°C pendant 10 min.
- Ensuite refroidissez sous l'eau courante encore à 10 min. (ce processus assure la destruction des formes végétatives).
- Puis ajoutez de la gélose VF additionnée par ses additifs (sulfite de sodium à 5% et l'alun de fer à 5%), 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.
- Incubez les tubes à 46°C pendant 24 à 48 heures.

NB : Nous avons aussi dénombré clostridium sulfito-réducteurs dans un autre milieu (IRON) sans préchauffer l'échantillon pour chercher les formes végétatives.

▣ Dénombrement

Les spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices sont noires entourées d'un halo noir. Il est indispensable de procéder à une lecture après 24 heures d'incubation. En

présence de nombreuses colonies, une diffusion des halos peut conduire à une coloration noire uniforme du tube et tout dénombrement devient impossible après 48 heures d'incubation. Par contre, s'il y a une faible quantité de colonies à la première lecture et si les colonies sont petites, il peut y avoir développement de nouvelles colonies dans les 24 heures suivantes. Les résultats sont exprimés selon l'absence ou la présence de *Clostridium Sulfito*-réducteurs ou leur spore dans le milieu.

I. 2. 5. 9. Recherche et dénombrement des salmonelles :

Les Salmonelles peuvent, en effet, être présentes en petit nombre et sont souvent accompagnées d'un nombre beaucoup plus grand que d'autres micro-organismes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceæ* ou à d'autres familles (le journal officiel N°44 juillet 2017). Les salmonelles sont des Gram négatif, petites, en forme de tige, facultatives bactéries anaérobies, habituellement motiles avec flagelles péritriches, et sont catalase positive, oxydase négative, et produire du gaz à partir de glucose.

Les infections à *Salmonella* causées par la consommation de produits de la mer sont les plus fréquentes généralement associées à des aliments crus, insuffisamment cuits et/ou mal cuits poissons à nageoires et crustacés. La contamination croisée des produits de mer par la bactérie *Salmonella* pourrait avoir lieu pendant la transformation et l'entreposage. Toutefois, cette contamination peut être évitée par de bonnes pratiques de fabrication (BPF) et HACCP (Bari *et al.*, 2018).

▣ Technique

On a réalisé deux différentes méthodes pour la recherche et dénombrement de salmonelles.

↗ Méthode 01

La recherche de *Salmonella* nécessite quatre (4) phases successives selon le journal officiel N°44 juillet 2017 (on l'a réalisé avec quelque modification).

a) Pré-enrichissement en milieu non sélectif liquide

Un pré-enrichissement et un enrichissement sélectif sont souvent nécessaires, afin de pouvoir rechercher les *Salmonella* en nombre restreint ou ayant subi une altération. Ensemencement de la prise d'essai dans de l'eau peptonée tamponnée à la température ambiante, puis incubation à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant 24h.

b) Enrichissement en milieux sélectifs liquides

Ensemencement du bouillon Rappaport-Vassiliadis avec Soja (bouillon RVS) et d'un bouillon Muller-Kauffmann puit Incubation du bouillon RVS à $41,5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$ et du bouillon MKTTn à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ pendant $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

c) Isolement et identification

Les cultures obtenues sur les milieux d'enrichissement liquide sont ensuite inoculées à 3 milieux sélectifs gélosés :

- La gélose xylose lysine désoxycholate (gélose XLD) ;
- La gélose sulfite bismuth (Wilson Blair WB)
- La gélose Hektoen

Puit Incubation des milieux gélose à $37\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ puis examen après $24\text{ h} \pm 3\text{ h}$.

- Les colonies typiques de Salmonella cultivées sur la gélose XLD ont un centre noir et sont entourées d'un halo clair transparent rouge dû à un changement de l'indicateur du milieu
- Dans La gélose au sulfite de bismuth Les agents sélectifs sont le vert brillant et le bismuth. Les Salmonella donnent sur ce milieu des colonies brunes ou noires (Salmonella H, S+), certaines espèces (Salmonella H₂S-) donnent des colonies vertes
- Dans le milieu Hektoen l'agent inhibiteur est représenté par des sels biliaires en concentration plus importante que dans le milieu SS. Les bactéries Gram+ sont inhibées, la croissance des entérobactéries autres que Salmonella ou Shigella est fortement ralentie. La base nutritive est riche. Les Salmonella, qui ne fermentent aucun des trois glucides présents dans ce milieu, donnent des colonies vertes à centre noir (Salmonella H₂S+) ou sans centre noir (Salmonella H,S-). (Bonney 2002).

d) Confirmation

Repiquage des colonies présumées de Salmonella isolées, et confirmation au moyen des essais biochimiques et sérologiques appropriés.

↗ Méthode 02

Dans cette méthode, la recherche des salmonelles se fait en cinq étapes successives :

a) Pré enrichissement

La solution mère est incubée pendant 20 h pour un pré enrichissement non sélectif de la culture.

b) Enrichissement

Après cette première étape, 0.1 ml de SM 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.

c) Isolement

Les cultures sur sélénite cystine sontensemencées séparément dans des boites de pétri stériles dans lesquels on a préalablement coulé le milieu SS qui s'est solidifié. Les boites ainsiensemencées sont incubées pendant 24 à 48 heures à 37 °C.

d) Purification

On prélève cinq colonies caractéristiques de chaque boite de SS et on les repique sur un milieu gélose Nutritive (GN) en vue de la purification. Les boites de GN sont incubées à 37 °C pendant 24 heures. A la lecture, les colonies purifiées apparaissent blanchâtres.

e) Identification

L'identification se fait en recherchant les caractères biochimiques. On peut utiliser deux types de galeries : les galeries classiques ou les galeries modernes. C'est la galerie API 20.

NB : Dans les deux méthodes nous n'avons pas eu de cas de salmonella typique donc on n'a pas procédé à une identification.

I. 2.6. Analyse statistique :

L'analyse statistique est effectuée en utilisant le logiciel statistique informatisé STATISTICA. Tous les analyses et dosages des échantillons ont été réalisés en triplet dans un ordre aléatoire et des moyennes ont été considérées (sous forme de moyenne ± écart type).

Chapitre 2

Résultats & Discussions

II. Résultats et Discussions :

Dans cette partie, nous allons présenter et interpréter les résultats obtenus des différentes analyses et dosages effectués afin d'évaluer la qualité organoleptique, hygiénique et physicochimique des crabes transformés et surgelés, commercialisés sur le marché local de la Wilaya de Tiaret.

II.1. Résultats de l'enquête :

Les figures (Fig. A.1 au Fig. A.9) représentent les détails des résultats de l'enquête (Annexe 02). A travers l'analyse des réponses aux questionnaires, nous avons constaté que 93% de la population consomment des poissons dont 34% les consomment à l'état surgelé. Pour les crabes transformés et surgelés, 73% de la population d'enquête ont l'habitude de les consommer. Ainsi, 53% parmi eux achèteront ce produit par rapport au critère de qualité, alors que les 47% s'intéressent à son prix. Le sondage a révélé aussi que moins de 20% des consommateurs sont convaincus qu'il s'agit vraiment de la chair du crabe et qu'ils connaissent bien son origine et étapes de sa fabrication.

D'autre part, et pour pouvoir évaluer la qualité organoleptique des crabes transformés et surgelés; nous avons intégré sur le questionnaire des questions relatives au goût, couleur et odeur des crabes. Les résultats de l'enquête ont montré que 60% de la population interrogée apprécie le goût de ce produit. Ainsi, 67% trouve son odeur bonne. Quant à la couleur des crabes transformés, plus de 39 % les considèrent jaune clair et 36 % croient qu'ils sont blancs et 25% ont répondu jaune.

II. 2. Analyses des paramètres physico-chimiques :**II.2. 1. Mesure de pH :**

Les différentes valeurs du pH trouvées dans les échantillons des crabes transformés surgelés sont indiquées dans le tableau N° 04.

Nous avons relevé des valeurs de pH alcalins dans tous les échantillons analysés ils sont situés dans l'intervalle de 7,69 à 7,77. D'après (Kilincceker *et al.*, 2009) la valeur du pH devient alcaline pendant le stockage à long terme. Cette augmentation du pH a un effet

sur la qualité du produit surtout les caractéristiques sensorielles telles que l'odeur, la couleur et la texture sont affectées négativement.

Les différentes valeurs obtenues dépassent largement la limite recommander par (Varlik *et al.*,1993) (6 - 6.5). Ceci est probablement dû à la présence des bactéries protéolytiques et des enzymes autolytiques dans nos échantillons.

Tableau 4 : Différentes valeurs du pH mesurées des crabes transformés surgelés.

	<i>Echantillon 1</i>	<i>Echantillon 2</i>	<i>Echantillon 3</i>	<i>Moyenne</i>
pH	<i>7,77</i>	<i>7,75</i>	<i>7,69</i>	<i>7,73</i>

II. 2.2. Teneur en eau :

Les différentes valeurs de la teneur en eau des échantillons des crabes transformés surgelés sont indiquées dans le tableau N° 05.

Nous avons relevé une moyenne de 67.07% dans les échantillons analyser ces résultats paraissent similaires à celle de (Kilinccekeret *al.*, 2009).

Selon Sathivel, (2005), la perte de la teneur en eau est liée à la dénaturation partielle des protéines qui a lieu pendant la congélation, ce qui entraîne une diminution de la rétention d'eau, cela peut être évité en utilisant des matières premières de haute qualité et un bon contrôle des conditions de stockage.

Tableau 5 : Différentes valeurs de la teneur en eau des crabes transformés surgelés.

	<i>Echantillon 01</i>	<i>Echantillon02</i>	<i>Echantillon03</i>	<i>Moyenne</i>
H %	<i>66,69</i>	<i>72,35</i>	<i>62,18</i>	<i>67,07</i>

II. 2.3. Teneur en matière grasse:

Les pourcentages de matière grasse trouvés dans les échantillons des crabes transformés surgelés sont indiqués dans le tableau N° 06.

En générale les poissons sont divisés en 04 groupes : maigres (<2%) faible en gras (2-4%) moyennement gras (4-8%) et riche en gras (>8%), ainsi que les poissons en forte teneur en protéines doivent contenir plus de 15% (Stansby, 1976).

Les résultats indiquent que les crabes transformés surgelés présentent une moyenne de 4.75% avec une valeur maximale de 6.14% et une valeur minimale de 3.80%, Ces résultats sont équivalents à celle des viandes moyennement grasses et ne sont pas considérer comme riche en protéines. Nos résultats paraissent similaires à celle de (Kilinceker *et al.*,2009) qui ont enregistré une valeur de 5.29% dans les filets de poisson enrobé congelés.

Selon Hinard, (1931), la quantité de la matière grasse est très variable selon les espèces et pour une même espèce selon les individus, la saison de capture, l'environnement, le régime alimentaire, le sexe et l'âge ainsi que l'état frais ou congelé.

Tableau 6 : Différentes valeurs de la teneur en matière grasse dans les crabes transformés surgelés.

	<i>Echantillon 01</i>	<i>Echantillon02</i>	<i>Echantillon03</i>	<i>Moyenne</i>
MG %	6,14	3,80	4,30	4,75

II.2.4. Dosage d'ABVT :

La moyenne des dosages d'ABVT pour les quatre échantillons de crabe transformé surgelé a été calculée et les valeurs sont présentées dans le tableau N° 07. Dans nos résultats nous avons enregistré une moyenne de 38,08 mg/100g, avec un taux minimal de 28,15 mg/100g et un taux maximal de 48 mg /100g.

Nos résultats sont légèrement supérieurs à la limite de 35 mg/100 g et aussi à ceux trouvés par Oueslati *et al.*, (2004) qui ont obtenu une moyenne de 28,18 mg/100g chez les crabes congelés.

Selon Olafsdottir *et al.*, (2004) l'ABVT est l'indicateur biochimique le plus utilisé pour déterminer la durée de conservation des produits à base de poissons. D'après Condursoc *et al.*, (2016) l'évolution des teneurs en ABVT chez des crustacés au cours de la congélation, montre une augmentation en moyenne, au bout de 60 jours d'entreposage à -20°C, suivie d'une stabilisation de ces éléments chimiques jusqu'à huit mois de conservation, au bout duquel une autre augmentation est observée.

Selon M'handi *et al.*, (2015) l'augmentation sensible des teneurs d'ABVT dans la chair de sardine après congélation serait due soit à la libération d'ammoniac et d'autres amines volatiles issus de la dégradation des tissus musculaires, soit par la dénaturation et l'agrégation des protéines par la congélation, ou bien par la détérioration progressive du muscle au cours de la congélation à cause de l'accumulation de produits d'oxydation et d'agrégation des protéines musculaires.

Tableau 7 : Dosage d'ABVT dans les crabes transformés surgelés.

	<i>Echantillon 01</i>	34,2
	<i>Echantillon 02</i>	42
	<i>Echantillon 03</i>	48
	<i>Echantillon 04</i>	28,15
ABVT (mg/100)	<i>Moyenne</i>	38,08

II.2.5. Dosage des métaux lourds :

Les métaux lourds sont des micropolluants qui peuvent affecter la salubrité du milieu marin, car ils ne subissent pas de dégradation biologique ou chimique. Ils peuvent de ce fait s'accumuler dans les différents maillons des chaînes trophiques à des concentrations toxiques dans les organismes marins (Neathery *et al.*, 1975).

Selon la disponibilité des étalons, nous avons analysé les métaux lourds (Cd, Cu et Zn) par la SAAF dans trois échantillons des crabes transformés. Le tableau N° 08 présente les teneurs trouvées des éléments dans les trois échantillons et celles des normes fixées par l'OMS à titre comparatif. Le résultat du dosage pour les trois éléments s'est révélé positif

dans les trois échantillons analysés. Ainsi, la teneur en métaux lourds varie en fonction de l'élément étudié.

Tableau 8 : Teneurs des trois métaux lourds analysés dans les échantillons analysés

	Cd	Cu	Zn
	(mg/Kg)		
<i>Echantillons 1</i>	0,86	2,08	4,87
<i>Echantillons 2</i>	0,65	1,22	5,14
<i>Echantillons 3</i>	0,56	2,12	3,19
<i>Moyenne</i>	0,69	1,80	4,4
<i>Norme (OMS)</i>	0,1	3,5	100

Selon Islam, (2010) chez les animaux, le cadmium se concentre dans les organes internes comme les reins et le foie plutôt que dans les muscles ou la graisse. Les taux de Cd augmentent généralement avec l'âge. Il est à noter que la norme tolère un taux de 0.1 mg/kg nos résultats sont nettement supérieurs à celle de la norme avec une moyenne de 0.69 mg/kg ce résultat est légèrement supérieur à celui de qui a trouvé 0.46mg/kg dans Maquereau. Ces concentrations élevées du Cd constituent un danger potentiel pour le consommateur car le cadmium est classé par le centre international sur la recherche sur le cancer (CIRC) comme une substance cancérigène possible.

Le taux du Cu trouvé est inférieur à la norme 3.5 mg/kg avec une moyenne de 1.80mg/kg. Ce résultat est similaire à celui de Islam, (2010) qui a trouvé 2.77 mg/kg dans du Goberge. A très faible dose, Le cuivre est un élément essentiel chez l'homme et l'animal, impliqué dans de nombreuses voies métaboliques, Cependant son excès est le plus souvent préjudiciable à la santé (Picot. 2009).

Le Zn est généralement l'élément le plus abondant chez les organismes marins, dans nos résultats le taux moyen du Zn trouvé est de 4,4mg/kg. Ces résultats restent très

faible par rapport à la norme OMS avec un taux de 100 mg/kg et de celle trouvé par Islam, (2010) qui a enregistré le taux le plus faible du Zn dans du Saumon avec 22.35 mg/kg. Le Zinc est un des métaux les moins toxiques et les problèmes de carence sont plus fréquents et plus graves que ceux de toxicité.

À travers ces résultats, nous pouvons confirmer la présence des métaux lourds dans les échantillons de crabes. Il est évident que l'élevage des crustacés 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 par les polluants chimiques (IRD, 2013).

II.2.6. Radioactivité :

Les résultats de la radioactivité de l'échantillon de crabe transformé surgelé sont indiqués dans le tableau N° 09.

Tableau 9 : Concentrations d'activité des radionucléides et leurs énergies dans l'échantillon de crabe transformé.

Radionucléides	²³⁸ U (²¹⁴ Pb)	²³² Th (²¹² Pb)	²²⁸ Ac	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁶⁰ Co	⁶⁰ Co
Energies(Kev)	351,9	239	912	661,6	1460,8	1173	1332
D'émission Y%	0,35100	0,033	0,28	0,85	0,11	0,99	0,99
Efficacité (E)	0,357	0,64	0,263	0,312	0,212	0,23	0,21
Coup de Bg	06	05	05	09	02	08	04
Coup d'échantillon	14	10	07	12	08	10	08
Activité (A) Bq/kg	2,77	10,28	1,17	0,49	11,17	0,38	0,83
Résultats de (Carvalho et al., 2011)	2.6	/	/	0.14	118	/	/
Limites du codex Alimentarius Bq/kg	10	10	10	1000	10000	1000	1000

En raison de leur abondance naturelle dans les milieux marins la présence des radionucléides dans nos échantillons été attendue, cela dit le niveau d'activité dans nos résultats s'avèrent largement inférieure à celle fixe par le codex Alimentarius sauf pour le thorium qui est légèrement au-dessus de la norme avec une activité de 10.28 Bq/kg.

Selon Leistner, (1965) l'évolution des concentrations des radionucléides est le changement qui peut intervenir lors du processus technologique de transformation comme la réfrigération, la congélation, le fumage, et le traitement thermique, il n'y aura probablement qu'un faible changement de concentration pour les espèces d'eau de mer et pour celle d'eau douce les procédés technologiques habituellement utilisés pour les poissons et crustacés d'eau douce ne provoquent aucune modification de la concentration.

II.3. Analyse des paramètres microbiologiques :

II.3.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale :

Les résultats du dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans les crabes transformé surgelé sont consignés dans les figures N°09 et N°10. Ils font ressortir un niveau de contamination minimale de l'ordre de $6,1.10^2$ ufc/g noté pour l'échantillon B et un niveau de contamination maximale de $1,3.10^3$ ufc/g enregistré pour l'échantillon A; le tout avec une moyenne de $7,8.10^2$ ufc/g.

Même s'il n'existe aucune corrélation entre les germes aérobie mésophile totale et la comestibilité ou le temps de conservation, ou même la présence de bactéries pathogènes, les GAMT dans un produit alimentaire peuvent donner une idée comparative de la contamination microbienne et des pratiques d'hygiène appliquées pendant la manutention et la transformation du poisson (Huss, 1988).

Nos résultats sont largement en dessous de la valeur critique fixée par les normes algériens en vigueur (10^6 ufc/g).

Tableau 10 : Niveau de contamination du produit par les GMAT et la qualité microbiologique du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveaux de contamination		Qualité
		Absence	Bonne qualité	
Crabe transformé surgelé	7.8×10^2 ufc/g	$m < 10^6$		QMS
		$10^6 < m < 10^7$		QMA
		$m > 10^7$		QMNS

QMS : qualité microbiologique satisfaisante ; QMA : qualité microbiologique acceptable

QMNS : qualité microbiologique non satisfaisante

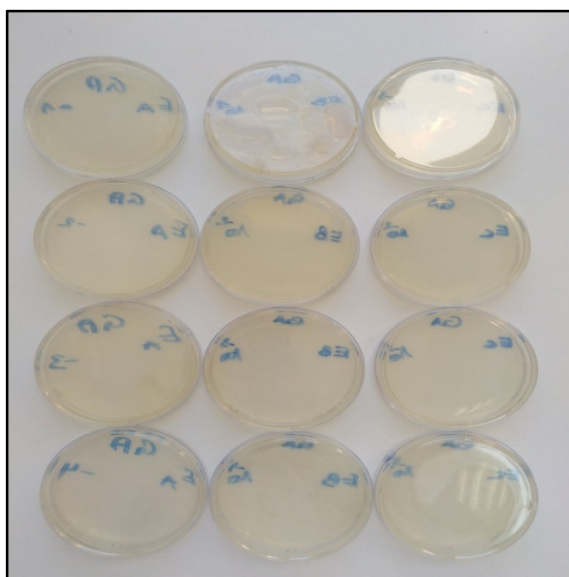


Figure N° 09 : Dilutions des échantillons A, B et C.

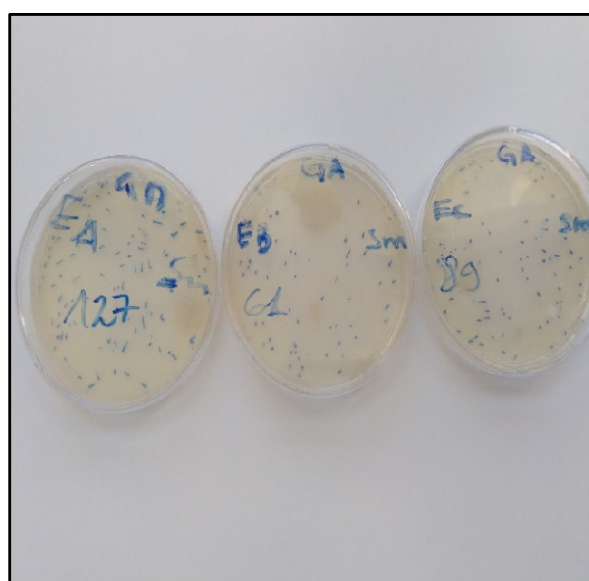


Figure N° 10 : Résultats de dénombrement des GMAT dans les solutions mères

II.3.2. Dénombrement des coliformes fécaux :

Les résultats du dénombrement de coliformes fécaux dans le crabe transformé et surgelé demeurent négatifs 0 ufc/g (figure N° 11).

Les taux de coliformes ont été largement utilisés comme indicateurs universels de l'hygiène. Leur absence signifie donc une bonne pratique d'hygiène lors du processus de transformation.

Tableau 11 : Niveau de contamination du produit par les coliformes fécaux et la qualité du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveaux de contamination		Qualité
		Absence		Bonne qualité
Crabe transformé surgelé	0 ufc/g	m < 10		QMS
		10 < m < 10 ²		QMA
		m > 10 ²		QMNS

QMS : qualité microbiologique satisfaisante ; QMA : qualité microbiologique acceptable
QMNS : qualité microbiologique non satisfaisante

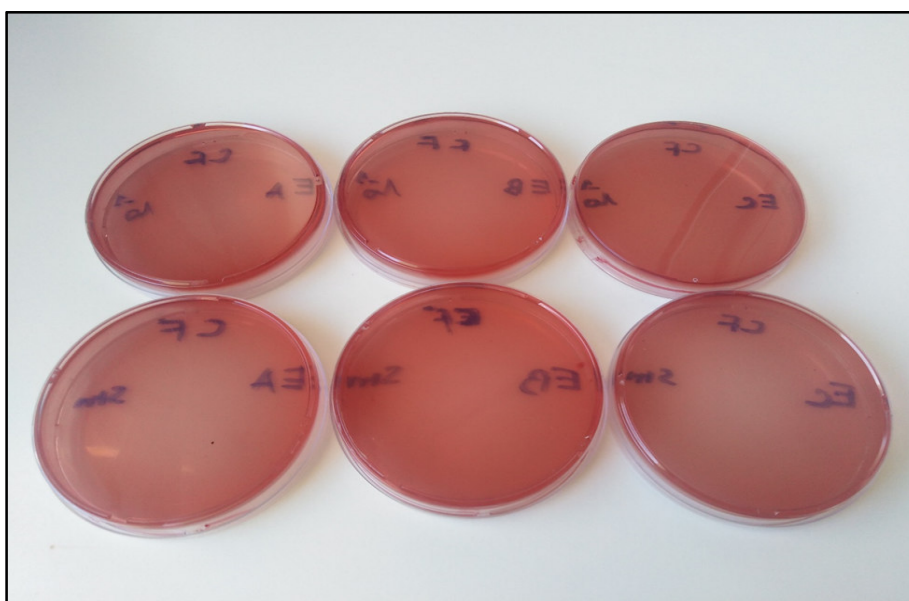


Figure N° 11 : Résultats de dénombrement des coliformes fécaux dans les crabes transformés et surgelés

II.3.3. Recherche et dénombrement des staphylocoques :

Dans nos résultats nous avons noté également l'absence totale des *Staphylococcus aureus* dans le crabe transformé surgelé (0 ufc/g) (figure N°12).

Staphylococcus aureus est admis comme germe indicateur de contamination humaine (ou animale ou originelle) dans les aliments (aliments crus en particulier). Cette notion permet donc d'accepter des staphylocoques en petit nombre dans les aliments (Larpent, 2000). Les normes algériennes ont fixé 10^3 ufc/g comme limite maximale.

Tableau 12 : Niveau de contamination du produit par *staphylococcus aureus* et la qualité microbiologique du crabe transformé surgelé selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveaux de contamination	Qualité
Crabe transformé surgelé	0 ufc/g	Absence	Bonne qualité
		$m < 10^2$	QMS
		/	/
		$m > 100$	QMNS

QMS : qualité microbiologique satisfaisante ; QMNS : qualité microbiologique non satisfaisante

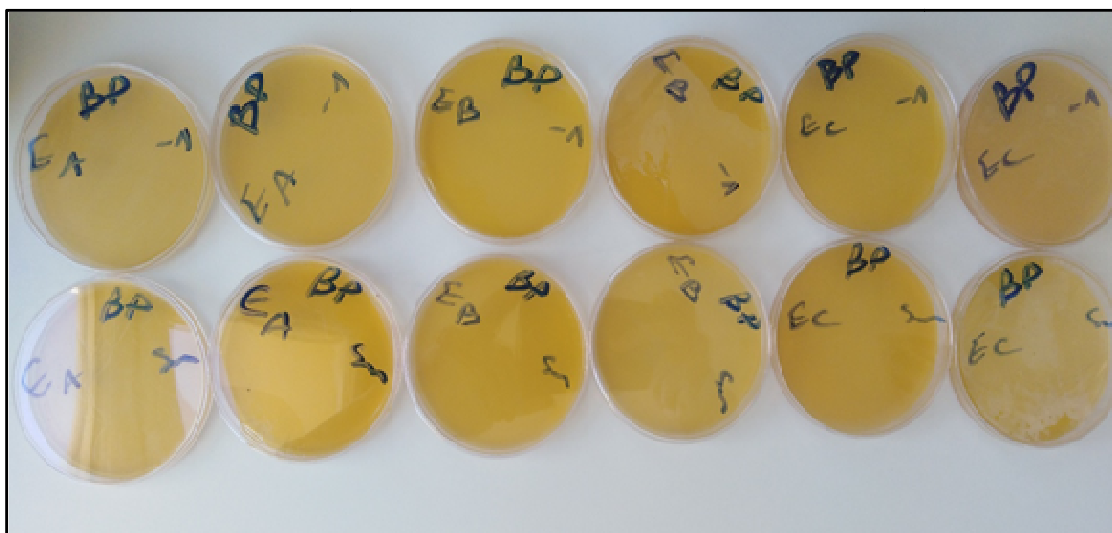


Figure N° 12 : Résultats de la recherche des *staphylococcus aureus* dans les crabes transformés et surgelés

II.3.4. Recherche des *Clostriduimsulfito-réducteurs* :

La lecture a révélé la présence d’une seule colonie typique de *Clostridium* dans chaque échantillon (figure N° 13). Les résultats restent tout de même égaux à la limite minimale des normes algériennes 10ufc/g.

Cette charge en *Clostridium sulfito-réducteurs* pourrait s’expliquer par la capacité de ces microorganismes à sporuler, ce qui leur permet de survivre dans la plupart des environnements (OMS, 1994). Ces germes sont à l’origine des toxi-infections de par leur sécrétion d’entérotoxine. Leur présence en nombre important dans les crabes présente donc un risque sanitaire pour le consommateur (Koussémon *et al.*, 2008).

Tableau 13 : Niveau de contamination du produit par *Clostriduimsulfito-réducteurs* et la qualité du crabe transformé et surgelé selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveaux de contamination	Qualité
Crabe transformé surgelé	10 ufc/g	Absence	<i>Bonne qualité</i>
		$m < 10^2$	<i>QMS</i>
		/	/
		$m > 100$	<i>QMNS</i>

QMS : qualité microbiologique satisfaisante ; *QMNS* : qualité microbiologique non satisfaisante

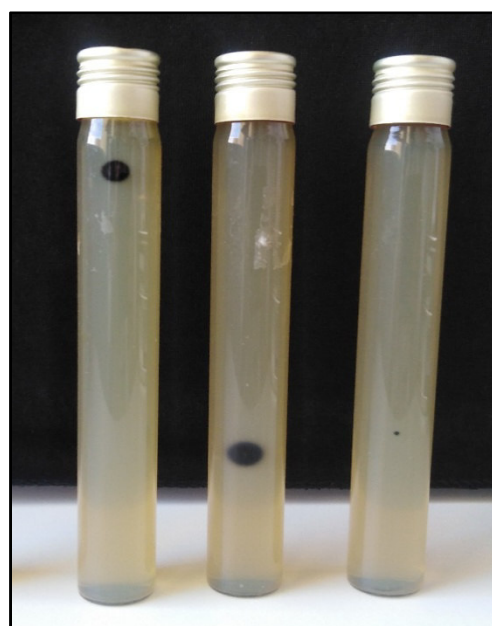


Figure N° 13 : Résultats de la recherche des *Clostriduimsulfito-réducteurs* dans les crabes transformés et surgelés

II.3.5. Recherche et dénombrement de *salmonella* :

Les analysés effectués n’ont montré aucune présence de salmonelles dans tous les milieux utilisés même si y a une présence de colonies mais aucune entre elle n’est typique à *salmonella*.

La salmonelle est une bactérie présente dans l’intestin des animaux, en particulier ceux des oiseaux, qui peuvent contaminer l’environnement via leurs matières fécales. 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. L’ingestion de salmonelles n’entraîne cependant pas forcément une salmonellose, cela dépend du type de bactérie et de la dose consommée. De plus, certains individus sont des porteurs sains, c’est-à-dire qu’ils peuvent porter les bactéries en eux sans développer de maladie (Guiraud et Rosec, 2004). L’absence de colonies de salmonella indique une bonne qualité hygiénique du produit.

Tableau N° 14 : Niveau de contamination du produit par *salmonella* et la qualité du crabe transformé et surgelé selon les normes algériennes.

Produit	Moyenne	Niveaux de contamination	
		Absence	Bonne qualité
Crabe transformé surgelé	0 ufc/g	/	/
		/	/
		Présence	QMNS

QMNS : qualité microbiologique non satisfaisante

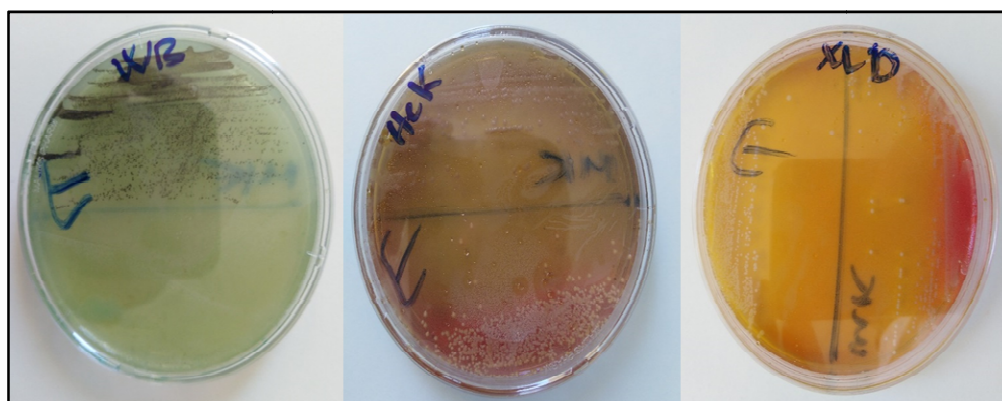


Figure N°14 : Résultats de la recherche de *salmonella* dans les milieux : Wilson blair, Hektoen et xylose lysine désoxycholate

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

Le résumé des résultats d'analyses microbiologiques de nos échantillons de crabes transformés et surgelés est montré dans le tableau 15.

La lecture de ces résultats montre la présence de quelques colonies des GAMT et des anaérobies sulfito-réducteur avec des seuils inférieurs aux normes, mais l'absence totale de coliforme fécaux, *Staphylococcus aureus* et les Salmonelles. Ce qui indique la bonne qualité microbiologique du produit analysé.

Tableau 15 : Résumé de résultats d'analyses microbiologiques des échantillons de crabes surgelés comparés avec les normes Algériennes.

	Nos résultats	Les normes Algériennes *
GAMT	7.8×10 ² UFC/g	10 ⁶ UFC/g
Coliformes fécaux	Absence	10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Absence	10 ² UFC/g
Anaérobies sulfito-réducteur	10 UFC/g	10 ² UFC/g
<i>Salmonella</i>	Absence	Absence dans les 25 g

* : Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

La contamination des produits de la pêche est due aux bactéries dites endogènes et exogènes (Bourdin, 2010). Les bactéries endogènes sont présentes naturellement dans l'écosystème aquatique, alors que les bactéries exogènes sont d'origine fécale et telluriques (Little et Edwards, 2005), ou bien par contamination durant les opérations de débarquement, manipulation et transformation. Ainsi que lors de la rupture dans la chaîne de froid durant leur conservation (Huss, 1999).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

À l'issue des résultats obtenus dans ce travail l'intérêt d'étudier la qualité physicochimique et la qualité microbiologique des crabes transformés importé sous forme surgelée et commercialisé dans le marché algérien est d'une importance majeure. En raison de l'utilisation de la matière première aquatique dans la transformation des produits de la pêche qui font l'objet d'une contamination potentiel par une flore pathogène et commensale, ajouté à cela leur pouvoir de concentré des polluants comme les métaux lourds et des éléments radioactifs.

Nos analyses physicochimiques montrent des teneurs en lipides équivalentes à celle de la catégorie des viandes moyennement grasses. Il est vrai que la surgélation est l'un des meilleures méthodes de conservation contre le développement des micro-organismes mais cette méthode de conservation peut diminuer la qualité nutritive des crabes incluent des modifications du pH, la teneur en eau et aussi le dosage d'ABVT. Comme on a pu trouver à travers les différents dosages effectués, la présence de tous les métaux lourds étudiés (Zn, Cu, Cd) dans les crabes transformés surgelés avec des moyennes différent. En théorie le (Zn) l'élément le plus abondant chez les organismes marins mais le taux du (Zn) trouvé dans nos échantillons est nettement inférieur à la norme avec une valeur moyenne de 4.4 mg/Kg. De même pour le (Cu) qui a enregistré une valeur moyenne de 1,80mg/Kg contre une valeur de la norme de 3,5 mg/Kg. Alors que le taux du Cd est nettement supérieur à celui de la norme avec une moyenne de 0.69 mg/kg contre une valeur de la norme de 0,1mg/Kg, Cette forte contamination constitue un facteur de risque non seulement pour la vie de ces espèces aquatiques, mais aussi pour les consommateurs. Il se pose alors un véritable problème de santé publique associé à la consommation de ce genre d'aliments importés.

D'autre part les résultats des analyses microbiologiques obtenues montrent l'absence totale des germes pathogènes (les salmonelles et les staphylocoques) ainsi qu'au germes commensaux (les coliformes fécaux) et la présence des germes aérobies mésophiles avec des nombres inférieur aux normes algériennes et la présence des *Clostridium sulfito-réducteur* même si leur seuil est tolérable leur présence et un signe alarmant.

Conclusion

En fin les résultats de la radioactivité montrent une présence de tous les radionucléides étudiés avec des taux inférieurs à la norme sauf pour le thorium (^{232}Th) qui dépasse légèrement la norme avec une activité de 10,28Bq/kg contre une valeur de la norme de 10 Bq/kg. Ce qui révèle le danger qui peut présenter la consommation de ces produits halieutiques transformés importés si on ne sera pas vigilant.

Ce travail mérite d'être poursuivi afin d'ouvrir les portes sur cet axe de recherche. Pour une amélioration plus efficace de la santé. Pour cela, Nous avons noté les recommandations et perspectives suivantes :

- ❑ De prolonger la période d'étude pour mieux suivre l'évolution de la qualité des produits de la pêche destinés à la consommation publique.
- ❑ Exploiter d'autres espèces marines existantes dans notre pays, pour limiter l'importation de ces produits.
- ❑ Enfin, pour assurer une sécurité des produits de la pêche. Des règles d'importation doivent être suivies en ce qui concerne l'hygiène pendant la manutention et le traitement, pour éviter toute perte économique à cause de l'altération de ces produits, et même de prévenir la santé publique.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. Alrefae, T., T. N. Nageswaran and T. Al-Shemali (2014). "Radioactivity of long lived gamma emitters in canned seafood consumed in Kuwait." *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences* 15: 6-9.
2. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA. 15th Edition, pp. 807-928.
3. Bari, M. L. and K. Yamazaki (2018). *Seafood Safety and Quality*, CRC Press.
4. Bendada, K., & Boulakradeche, M. W. (2011). *Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds [mémoire]*. Alger : université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (USTHB).
5. Bonnefoy, C. (2002). *Microbiologie et qualité dans les industries agro-alimentaires*, Wolters Kluwer France.
6. Bousbia, H., A. Biad and S. Laggoune (2018). *Analyse sensorielle, microbiologique et physicochimique de l'eau de consommation provenant du citernage de la région de Tassoust-Jijel*, Université de Jijel.
7. 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*.
8. Carvalho, F. P., Oliveira, J. M., & Malta, M. (2011). Radionuclides in deep-sea fish and other organisms from the North Atlantic Ocean. *ICES Journal of Marine Science*, 68(2), 333-340.
9. Conduro C., Tripodi G., Cincotta F., Lanza C.M., Mazzaglia A. Et Verzera A. (2016) Quality assessment of mediterranean shrimps during frozen storage. *Ital. J. Food Sci.*, 28: 2016-497.
10. Coulibaly, S., Atse, B. C., & Koffi, K. M. (2018). Contamination aux métaux lourds de la matrice eau-sédiment et muscle du tilapia *Oreochromis niloticus* de trois fermes piscicoles en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine*, 30(3), 249-269.

Références Bibliographiques

11. Djioua, T. (2010). Amélioration de la conservation des mangues 4ème gamme par application de traitements thermiques et utilisation d'une conservation sous atmosphère modifiée, Université d'Avignon.
12. EL WATAN, 2021 Edition Economie Samir Grimes. Expert en environnement et développement durable : « Revoir les mécanismes de soutien au développement de la pêche et de l'aquaculture ».
13. Etienne, M. (1998). "L'ABVT." Fiche technique ifremer, Département valorisation des produits, mai, bibliomer (4) : 1998-0348.
14. FAO, (2020). La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture.
15. Gassaaja, D. (2002). "Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale dans les filets de sole· Etude comparative des méthodes d'analyse et des résultats des deux laboratoires." Mém d'étude approfondit en production animale, Dakar, 46p.
16. Ghorab, I. (2016). Evaluation de la valeur nutritionnelle et effets de facteurs environnementaux chez les crustacés, Université Badji Mokhtar Annaba.
17. Guiraud, J.-P. et Rosec, J.-P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Saint Denis - France: Afnor.
18. Hinard, G. (1931). Valeur alimentaire du poisson de mer, des crustacés et mollusques marins comestibles. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 4(4), 425-431.
19. Huss, H. H. (1996). Assurance de qualité des produits de la mer, FAO.
20. Huss, H. H. (1988). Le Poisson frais : qualité et altérations de la qualité, manuel de formation préparé pour le Programme de perfectionnement FAO/DANIDA sur la technologie du poisson et le contrôle de qualité (No. 29). Food & Agriculture Organization.
21. Huss H. H., (1999). La qualité et son évolution dans le poisson frais.FAO document technique sur les pêches 348. Rome. 348 p.
22. International Commission on Microbiological Specifications for Foods, & Swanson, K. M. 2011. *Microorganisms in Foods: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer Science.
23. Islam, M. M., Bang, S., Kim, K. W., Ahmed, M. K., & Jannat, M. (2010). Heavy metals in frozen and canned marine fish of Korea. Journal of Scientific Research, 2(3), 549-549.

Références Bibliographiques

24. IRD. (2013). Mékong, la mère de tous les fleuves. Institut de recherche pour le développement.
25. Jay, J. M., M. J. Loessner and D. A. Golden (2008). Modern food microbiology, Springer Science & Business Media.
26. Kilincceker, O., Dogan, I. S., & Kucukoner, E. (2009). Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT-Food science and Technology*, 42(4), 868-873.
27. Koussémon M., Traoré S.G., Koffi-Nevry R., Ouffoue S.K., et Kamenan A., (2008). Etude de la qualité microbiologique d'une espèce tropicale de crabe : *Callinectes amnicola*
28. Koutsoumanis, K. and J. Sofos (2004). "Comparative acid stress response of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* Typhimurium after habituation at different pH conditions." *Letters in Applied Microbiology* 38(4): 321-326.
29. Lafendi, M. (2017). Recherche de quelques métaux lourds chez la crevette et le calamar importés et commercialisés à Tlemcen : étude comparative (Doctoral dissertation).
30. Larpent, J. P. (2000). Microbiologie et aliments. *Industries alimentaires et agricoles*, 117(5), 21-34.
31. Leistner, L. (1965). Recherches sur la contamination radioactive des aliments d'origine animale.
32. Little D.C., Edwards P. (2005). Systèmes agricoles intégrés bétail-poisson. FAO Rome. 97-99 p.
33. M'handi, N. B., Akendengue, R., Maata, N., & Rharbi, N. (2015). Effet de l'entreposage à l'état congelé sur la qualité de la sardine (*Sardina pilchardus*). *Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(2), 147-160.
34. Nanda, P. K., A. K. Das, P. Dandapat, P. Dhar, S. Bandyopadhyay, A. L. Dib, J. M. Lorenzo and M. Gagaoua (2021). "Nutritional aspects, flavour profile and health benefits of crab meat based novel food products and valorisation of processing waste to wealth: A review." *Trends in Food Science & Technology*.

Références Bibliographiques

35. Nollet, L. and F. Toldrá (2009). Handbook of seafood and seafood products analysis (pp. 121–499), Boca Raton, FL: CRC Press.
36. Olafsdottir, G., Nesvadba, P., Di Natale, C., Careche, M., Oehlenschläger, J., Tryggvadottir, S. V., ... & Jørgensen, B. M. (2004). Multisensor for fish quality determination. *Trends in food science & technology*, 15(2), 86-93.
37. OMS, 1994, Directives de la qualité de l'eau de boisson. Critère d'hygiène et de documentation à l'appui, pp. 15-19.
38. Oueslati, W., Zrelli, S., Bouchlaghem, S., Dhaou, M., Abidi, B., & Ettriqui, M. C. A (2019). First study on the interest of the determination of the total volatile basic nitrogen in the bluecrab (*Portunus segnis*) in Tunisia. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 68(5), 4145-4156
39. Parente, E., M. Martuscelli, F. Gardini, S. Grieco, M. Crudele and G. Suzzi (2001). "Evolution of microbial populations and biogenic amine production in dry sausages produced in Southern Italy." *Journal of Applied Microbiology* 90(6) : 882-891.
40. Picot A. (2009). Le cuivre des bénéfiques aux risques. Dossier d'information N°03 ATC.CNRS. Paris.
41. Pôle Aquimer, (2012). La pasteurisation des produits aquatiques.
42. Sampels, S. (2015). "The effects of processing technologies and preparation on the final quality of fish products." *Trends in Food Science & Technology* 44(2): 131-146.
43. Sathivel, S. (2005). Chitosan and protein coatings affect yield, moisture loss, and lipid oxidation of pink salmon (*Oncorhynchus gorboscha*) fillets during frozen storage. *Journal of food science*, 70(8), e455-e459.
44. Stansby, M. E. (1976). Chemical characteristics of fish caught in the northeast Pacific Ocean. *Marine Fisheries Review*, 38(9), 1-11.
45. Touzi, A. and A. Merzaia-Blama (2008). "La conservation des denrées agro-alimentaires par séchage dans les régions sahariennes." *Revue des Energies Renouvelables* (8) : 267-272.
46. Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). Principles and methods in sea food quality control. Food Technology Ass, İstanbul.

Annexes

Annexes

Annexe : 01

Enquête sur la consommation des crabes transformés surgelés dans la Wilaya de Tiaret (Guide d'entretien)

Date :

Age :

Sexe :

1. Consommez-vous les poissons ?

Oui

Non

2. Vous consommez plutôt le poisson frais ou surgelé ?

Frais : Toujours Rarement Pas du tous

Surgelé: Toujours Rarement Pas du tous

3. Consommez-vous les crabes transformés surgelés ?

Oui

Non

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

Prix :

Qualité :

5. Est-ce que vous êtes convaincus que c'est de la chair de crabe ?

Oui

Non

Annexes

6. Connaissez-vous l'origine ou les étapes de fabrication de ce produit ?

Oui

Non

7. Comment qualifiez-vous le gout de ce crabe transformé surgelé ?

Bon Pas bon

8. Comment qualifiez-vous la couleur du crabe transformé surgelé ?

Blanc Jaune claire Jaune

9. Comment qualifiez-vous l'odeur du crabe transformé surgelé ?

Bonne Mauvaise

Annexe : 2

Résultats de l'enquête

1. Consommez-vous du poisson ?

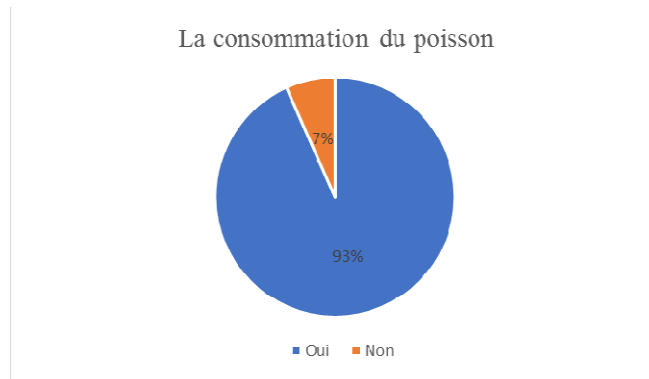


Figure A.1 : Taux de consommation du poisson

2. Vous consommez plutôt le poisson frais ou surgelé ?

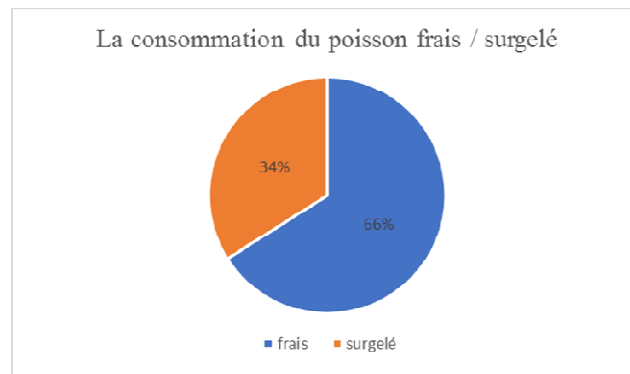


Figure A.2 : Consommation du poisson frais/surgelé

3. Consommez-vous les crabes transformés surgelés ?

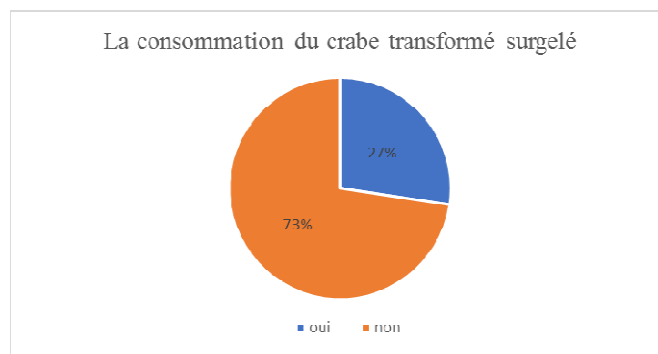


Figure A.3 : Taux de consommation du crabe transformé surgelé

Annexes

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

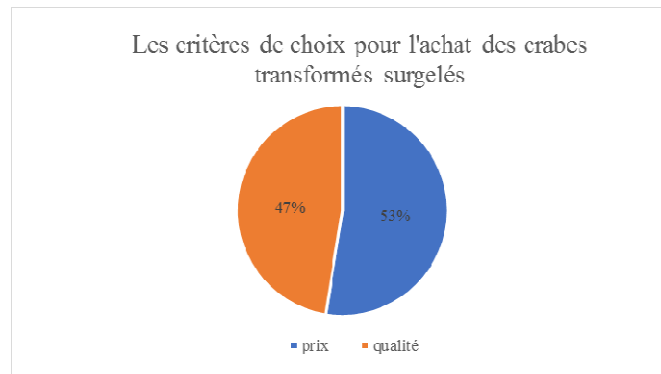


Figure A.4 : Critères de choix pour l'achat des crabes transformés surgelés

5. Est-ce que vous êtes convaincus que c'est de la chair de crabe ?

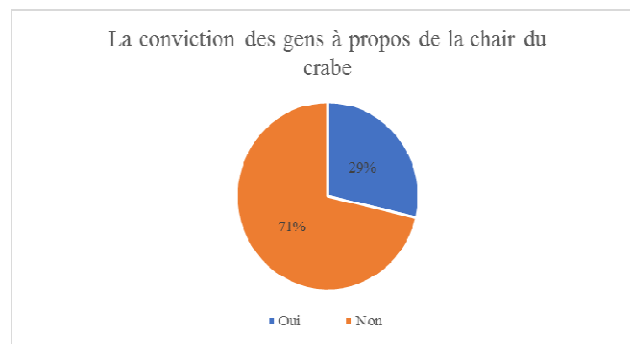


Figure A.5 : Conviction des gens à propos de la chaire du crabe

6. Connaissez-vous l'origine ou les étapes de fabrication de ce produit ?

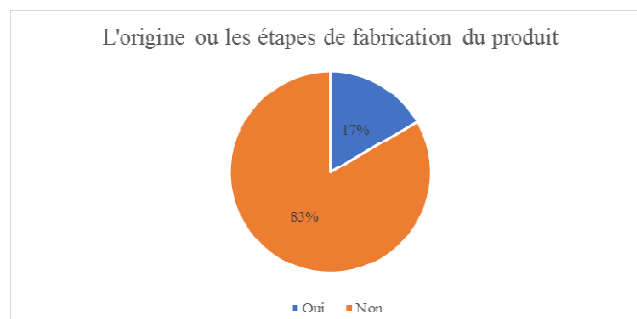


Figure A.6 : Connaissance d'origine des crabes transformés et surgelés

Annexes

7. Comment qualifiez-vous le gout de ce crabe transformé surgelé ?

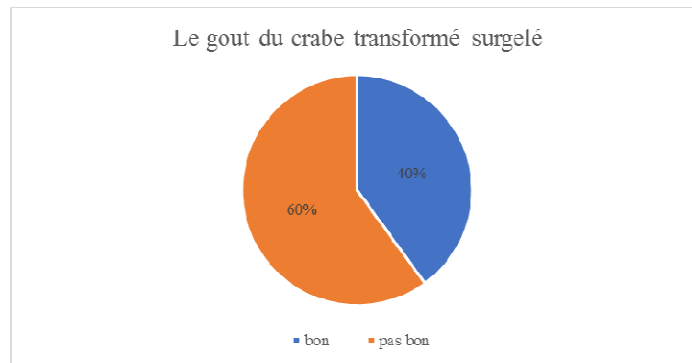


Figure A.7 : Appréciation du goût du crabe transformé surgelé

8. Comment qualifiez-vous l'odeur du crabe transformé surgelé ?

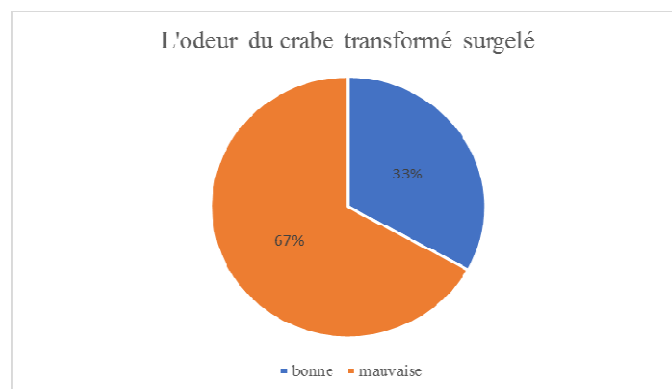


Figure A.8 : Odeur du crabe transformé surgelé

9. Comment qualifiez-vous la couleur du crabe transformé surgelé ?

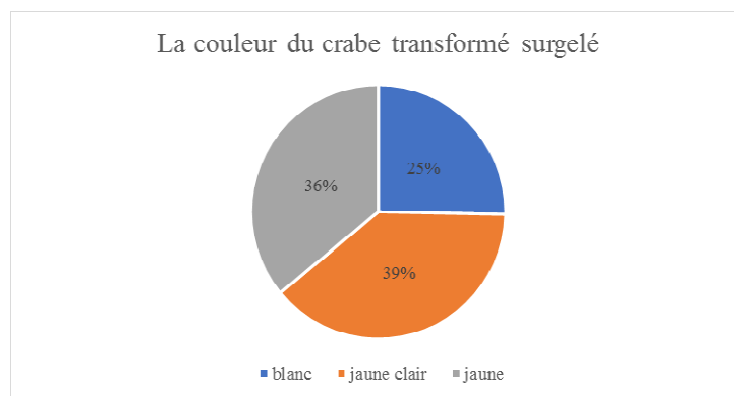


Figure A.9 : Couleur du crabe transformé surgelé

Annexes

Annexe 3

Composition et préparation des milieux de culture

1. Eau peptonée tamponnée :

Peptone de caséine	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Phosphate de sodium, dibasique 12 H ₂ O	9 g
Phosphate de potassium, dibasique	1.5 g
Eau distillé	1000 ml
pH final à 25 °C : $7 \pm 0,2$	

1.1. Préparation :

- Dissoudre les ingrédients dans l'eau en chauffant, si nécessaire.
- Ajuster le pH de façon qu'après stérilisation il soit de 7 à 25°C.
- Repartir en tubes à essais ou flacons.
- Stériliser à l'autoclave à 121°C $\pm 1^\circ\text{C}$ pendant 20 min.

2. Milieu PCA (plate count agar):

2.1. Formule théorique :

Tryptone	5 g
Extrait de levure déshydraté	2.5 g
D-glucose anhydre	1 g
Agar-agar	12 à 18 g
Eau distillée	1000 ml
pH final (25°C) $7,0 \pm 0,2$	

2.2. Préparation :

- Mettre 23,5g de poudre ans un litre d'eau distillée.
- Attendre 5 minutes, puis mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène.
- Chauffer lentement en agitant fréquemment puis porter à l'ébullition jusqu'à dissolution complète.

Annexes

- Ajuster le pH, si nécessaire, de sorte qu'après stérilisation, il soit de $7.0 \pm 0,2$ à 25°C .
- Stériliser à 121°C pendant 20 minutes.

3. Milieu de VRBL/VRBG:

3-1–Formule théorique :

Extrait de levure	3 g
Peptone pancréatique de caséine	7 g
Chlorure de sodium	5 g
Sels biliaires	1.5 g
Lactose	10 g
Na cl	5 g
Rouge neuter	30 mg
Cristal violet	2 mg
Agar-agar	12 g
Eau distillée	1000 ml
pH (25°C) final $7,4 \pm 0,2$	

3.2. Préparation:

- Dissoudre 38g de poudre dans un litre d'eau distillée
- Attendre 5 minutes.
- Mélanger jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène
- Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à dissolution complète.
- Ajuster le pH à $7,4 \pm 0,2$
- Repartir et éviter la surchauffe du milieu, un chauffage trop prolongé ou des chauffages répétés.

Annexes

4. Milieu Baird Parker :

4.1. Formule théorique :

➤ Base déshydratée

Peptone pancréatique de caséine	10 g
Extrait de levure	1 g
Extrait de viande	5 g
Chlorure de lithium	5 g
Eau distillée	1000 ml
L-Glycine	12 g
Pyruvate de sodium	10 g
Agar	14 g

➤ Complet (pré coulé)

Peptone pancréatique de caséine	10 g
Extrait de levure	1 g
Extrait de viande	5 g
Chlorure de lithium	5 g
Eau distillée	1000 ml
L-Glycine	12 g
Pyruvate de sodium	10 g
Agar	14 g
Tellurite de potassium	0.1 g
Jaune d'œuf	10 ml
Sulfaméthazine	0.05 g
pH final (25°C) $7,2 \pm 0,2$	

4.2. Préparation des solutions :

4.2.1. Solution de tellurite :

Tellurite de potassium	1 g
Eau distillée	100 ml

Annexes

4.2.2. Solution de Pyruvate de sodium :

Pyruvate de sodium	20 g
Eau distillée	100 ml

4.2.3. Émulsion de jaune d'œuf :

- Utiliser des œufs frais de poule à coquille intacte.
- Nettoyer les œufs avec une brosse à l'aide d'un détergent liquide.
- Les rincer à l'eau courante puis désinfecter les coquilles, soit en les plongeant dans l'éthanol à 70 % (fraction volumique) pendant 30 s et les laissant sécher à l'air, soit en les pulvérisant d'alcool suivi de flambage.
- En opérant de façon aseptique, casser chaque œuf et séparer le jaune du blanc par transferts répétés du jaune d'une demi-coquille dans l'autre.
- Placer les jaunes dans un flacon stérile et ajouter quatre fois leur volume d'eau stérile. Mélanger vigoureusement et chauffer le mélange dans le bain d'eau règle à 47° C pendant 2 h et entreposer à +3° C ± 2° C pendant 18 h à 24 h pour laisser se former un précipité. Recueillir aseptiquement le liquide surnageant dans un flacon récemment stérilisé pour l'utilisation.

4.3. Préparation:

- Dissoudre 57g de poudre dans un litre d'eau distillée.
- Attendre 5 minutes, puis Mélanger jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène
- Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à dissolution.
- Repartir 90ml de milieu par flacon.
- Stériliser à l'autoclave à 121+_1°c pendant 15 minutes.

Annexes

5. Milieu viande foie sulfité (VF) :

5.1. Formule théorique :

Peptone viande foie	30 g
Glucose	2 g
Amidon soluble	2 g
Gélose	2 g
Sulfite de sodium	2.5 g
Citrate ferrique ammoniacal	0.5 g
Agar	11 g
Eau distillée	1000 ml
pH (25°C) avant autoclavage $7,7 \pm 0,1$	

5.2.Préparation:

- Dissoudre 48 g dans 1 litre d'eau pure.
- Chauffer sous agitation fréquente et laisser bouillir 1 minute pour dissoudre complètement la suspension.
- Répartir 20 ml en tube de 18 x 180 mm.
- Autoclaver à 121°C pendant 15 minutes.

6. Milieu IRON (BD Triple Sugar Iron Agar) :

6.1. Formule théorique :

Extrait de viande	3 g
Extrait de levure	3 g
Peptone	20 g
Eau distillée.....	100 ml
Glucose	1 g
Digestion peptique de tissu animal	10 g
Sulfate ferreux ammoniacal.....	300 mg
Chlorure de sodium	5 g
Thiosulfate de sodium.....	0.2 g

Annexes

Lactose.....	10 g
Rouge de phénol.....	24 mg
Saccharose.....	10 g
Agar.....	11 g
Thiosulfate de sodium anhydre.....	300 mg
pH (25°C) final $7,4 \pm 0,2$	

6.2. Préparation:

- Dissoudre 63.5 g de poudre dans un litre d'eau distillée.
- Mélanger jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène
- Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à l'ébullition jusqu'à dissolution complète.
- Répartir à raison de 10ml par tube et stériliser à l'autoclave à $115 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 15 minutes.
- Laisser reposer en position inclinée de façon à obtenir un culot de 2.5 cm de profondeur.

7. Bouillon RVS (Rappaportvassiliadis soja) :

7.1. Formule théorique :

Peptone de soja.....	4,5 g
Chlorure de sodium.....	7,2 g
Dihydrogénophosphate de potassium.....	1,26 g
Hydrogénophosphate de potassium.....	0,18 g
Chlorure de magnésium (anhydre).....	13,58 g
Vert malachite.....	0,036 g
pH $5,2 \pm 0,2$	

7.2. Préparation:

- Verser 26,75 g de poudre dans un litre d'eau distillée
- Chauffer doucement pour dissoudre.
- Répartir des volumes de 10 ml en flacons ou en tubes à bouchons vissés.

Annexes

- Stériliser 15 minutes à 115°C à l'autoclave.

8. Bouillon sélénite cystine :

8.1. Formule théorique :

Tryptone.....	5 g
Lactose.....	4 g
Sélénite acide de sodium.....	4 g
Phosphate disodique.....	10 g
L-cystine.....	0,01 g
Eau distillée.....	1000 ml
pH final à 25°C : 7,0 ± 0,2	

8.2. Préparation:

- Mettre en suspension 23 g dans 1 litre d'eau pure.
- Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 2 à 3 minutes.
- Répartir en tubes ou flacons stériles.

9. Milieu XLD (Gélose xylose lysine désoxycholate) :

9.1. Formule théorique :

Extrait de levure en poudre.....	3 g
Chlorure de sodium (NaCl).....	5 g
Xylose.....	3,75 g
Lactose.....	7,5 g
Saccharose.....	7,5 g
Hydrochlorure de L-lysine.....	5 g
Thiosulfate de sodium.....	6,8 g
Citrate d'ammonium-fer.....	0,8 g
Rouge de phénol.....	0,08 g
Désoxycholate de sodium.....	1 g
Gélose.....	9 g à 18 g
Eau.....	1000 ml

Annexes

9.2. Préparation:

- Dissoudre les composants de base déshydratés ou le milieu complet déshydraté dans l'eau, en chauffant si nécessaire.
- Eviter de surchauffer.
- Si nécessaire, ajuster le pH de sorte qu'après stérilisation il soit de $7,4 \pm 0,2$ à 25 °C .
- Répartir le milieu de base dans des tubes ou des flacons de capacité appropriée.
- Chauffer en agitant fréquemment jusqu'à ébullition du milieu et dissolution de la gélose.
- Ne pas surchauffer.

10. Milieu WB (Wilson Blair) :

10.1. Formule théorique :

Peptone.....	5 g
Extrait de viande de bœuf.....	5 g
Glucose.....	5 g
Phosphate disodique.....	4 g
Sulfate ferreux.....	0,3 g
Sulfite de bismuth (indicateur).....	8 g
Vert brillant.....	0,016 g
Agar.....	12,7 g
pH $7,6 \pm 0,2$	

10.2. Préparation:

- Verser 20 g de poudre dans 500 ml d'eau distillée dans un ballon d'un litre.
- Mélanger soigneusement en agitant fréquemment jusqu'à ébullition et laisser frémir pendant 30 secondes pour dissoudre la gélose.
- Refroidir à $50\text{--}55\text{ °C}$. Bien mélanger pour disperser le précipité et répartir en boîtes (25 ml par boîte).
- Laisser solidifier le milieu, boîte ouverte. Pour préparer de grandes quantités de milieu, utiliser des ballons de volume bien supérieur au volume à préparer.
- Laisser sécher les boîtes avant utilisation mais en évitant leur dessiccation.

Annexes

- Des boîtes correctement préparées doivent avoir un aspect lisse, opaque, de couleur jaune paille.
- L'indicateur ne doit pas sédimenter.

11. Milieu Hektoen :

11.1. Formule théorique :

Peptone.....	12 g
Chlorure de sodium.....	5 g
Extrait de levure.....	3 g
Thiosulfate de sodium.....	5 g
Sels biliaires N° 03.....	9 g
Citrate ferrique ammoniacal.....	1.50 g
Lactose.....	12 g
Bleu de bromothymol.....	0,065 g
Saccharose.....	12 g
Fuchsine acide.....	0.10 g
Salicine.....	2 g
Agar.....	14 g
pH final à 25°C : $7,5 \pm 0,2$	

11.2. Conservation :

Le milieu en flacons ou boîtes se conserve à l'obscurité entre 2 et 8°C jusqu'à la date d'expiration indiquée sur l'emballage.

Annexe 04

Arrêté interministériel du 2 Muharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016
fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

18		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		8 Chaoual 1438 2 juillet 2017	
5- Produits de la pêche et de l'aquaculture					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Produits de la pêche et de l'aquaculture fabriqués à partir d'espèces de poissons associés à une grande quantité d'histidine ^{(1) (2)}	Histamine	9	2	100 mg/kg	200 mg/kg
Produits de la pêche et de l'aquaculture ayant subi un traitement de maturation aux enzymes dans la saumure, fabriqués à partir d'espèces de poissons associés à une grande quantité d'histidine à l'exception de sauce de poisson ⁽³⁾	Histamine	9	2	200 mg/kg	400 mg/kg
Sauce de poisson produite par fermentation de produits de la pêche et de l'aquaculture	Histamine	1	—	400 mg/kg	
Poissons, céphalopodes et mollusques crus (sauf mollusques bivalves vivants) ⁽³⁾	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁶	10 ⁷
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Mollusques bivalves vivants et échinodermes, tuniciens et gastéropodes marins vivants ^{(4) (5)}	<i>Escherichia coli</i>	5	1	230 NPP*/100g	700 NPP/ 100 g
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Crustacés crus décortiqués	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁶	10 ⁷
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Crustacés crus entiers et échinodermes crus	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁶	10 ⁷
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Anaérobies sulfite-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	