



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Fitiavana-Tanindrazana-Fandrosoana

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA

ÉCOLE DOCTORALE DE GÉNIE DU VIVANT
ET MODÉLISATION (EDGVM)

ÉQUIPE D'ACCUEIL DOCTORALE : ALIMENTS,
NUTRITION ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE (ANSA)



Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Génie du Vivant et Modélisation
Spécialité : *Génie des Procédés Alimentaires*

N° : 035-24/2024/Doctorat/ANSA/EDGVM/UMG

ÉTUDES DE LA QUALITÉ ALIMENTAIRE DES CARAPACES DE
CRABES ET DES TÊTES DE CREVETTES COLLECTÉES À
MAHAJANGA ET CELLE DES AUTOLYSATS
DE CES SOUS-PRODUITS

Présentée par : Monsieur TSIALY Jean Louis, le 25 mai 2024

Devant le Jury composé de :

Président : Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire

Rapporteur Interne : Monsieur PAMPHILE Mananjara, Professeur Titulaire

Rapporteur Externe : Madame ROUKIA Djoudi Ahmed, Professeur d'ESR

Examineurs : Madame RASOANANDRASANA Emilienne, Professeur Titulaire
: Madame RANDRIAMAHATODY Zo, Maître de Recherches HDR

Directeur : Monsieur RAZAFIMAHEFA, Professeur Titulaire

Co-Directeur : Monsieur RASOLOMAMPIANINA Rado, Directeur de Recherche.



Année Universitaire : 2023-2024



REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA

Fitiavana-Tanindrazana-Fandrosoana

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA

ÉCOLE DOCTORALE DE GÉNIE DU VIVANT
ET MODÉLISATION (EDGVM)

ÉQUIPE D'ACCUEIL DOCTORALE : ALIMENTS,
NUTRITION ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE (ANSA)



Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Génie du Vivant et Modélisation
Spécialité : *Génie des Procédés Alimentaires*

N° : 035-24/2024/Doctorat/ANSA/EDGVM/UMG

**ÉTUDES DE LA QUALITÉ ALIMENTAIRE DES CARAPACES DE
CRABES ET DES TÊTES DE CREVETTES COLLECTÉES À
MAHAJANGA ET CELLE DES AUTOLYSATS
DE CES SOUS-PRODUITS**

Présentée par : Monsieur TSIALY Jean Louis, le 25 mai 2024

Devant le Jury composé de :

Président : Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire

Rapporteur interne : Monsieur PAMPHILE Mananjara, Professeur Titulaire

Rapporteur externe : Madame ROUKIA Djoudi Ahmed, Professeur d'ESR

Examineurs : Madame RASOANANDRASANA Emilienne, Professeur Titulaire

: Madame RANDRIAMAHATODY Zo, Maître de Recherches HDR

Directeur : Monsieur RAZAFIMAHEFA, Professeur Titulaire

Co-Directeur : Monsieur RASOLOMAMPIANINA Rado, Directeur de Recherche.



Année Universitaire : 2023-2024

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je, soussigné, TSIALY Jean Louis, Etudiant inscrit régulièrement en Doctorat à l'Ecole Doctorale de Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) de l'Université de Mahajanga, déclare sur l'honneur que, durant la période de préparation de ma thèse de Fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Génie du Vivant et Modélisation, Spécialité Génie des Procédés Alimentaires, je n'ai pas fait du plagiat.

Fait à Mahajanga, le 25 mai 2024



TSIALY Jean Louis

DEDICACE

Je dédie cette thèse à ma famille, vos patiences et vos amours me poussent à la réalisation de cette thèse.

AVANT-PROPOS

Ce travail de thèse a été réalisé au sein des Laboratoires du Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE) sis à Tsimbazaza Antananarivo-Madagascar et au sein du Laboratoire de Recherches en Biotechnologie, Environnement et Santé (LRBES) sis au Campus Universitaire d'Ambondrona, Mahajanga-Madagascar.

REMERCIEMENTS

C'est grâce à plusieurs personnes que nos travaux de recherches ont été effectués. J'aimerais tout d'abord remercier les Responsables administratifs à l'Université de Mahajanga, notamment :

- **Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire**, Président de l'Université de Mahajanga, qui ne compte pas ses fatigués pour les bons fonctionnements de l'Université de Mahajanga : qu'il reçoive ici l'expression de notre profonde gratitude ;

- **Madame ROUKIA Djoudi Ahmed, Professeur**, Directeur de l'École Doctorale de Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) qui m'a donné l'accès dans cette École pour réaliser cette thèse ;

- **Monsieur TOTOZAFINY Théodore, Professeur Titulaire**, Doyen de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE) de l'Université de Mahajanga, qui m'a donné l'opportunité d'exercer comme Vacataire à la FSTE en tant que Doctorant ;

- **Monsieur RAZAFIMAHEFA, Professeur Titulaire**, Responsable de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnement (BSE) au sein de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE), qui m'a accepté en tant que Vacataire au sein de cette Mention ;

- **Monsieur PAMPHILE Mananjara, Professeur Titulaire**, Responsable du Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées (BMBA) au sein de la Mention de BSE, à la FSTE de l'Université de Mahajanga, qui m'a accepté en tant que Vacataire dans son Parcours.

Je veux remercier spécialement les personnels des laboratoires du Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE) sis à Tsimbazaza–Antananarivo :

- **Monsieur MONG Yves Jean Michel, Maître de Recherches**, Directeur du Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE) sis à Tsimbazaza Antananarivo (CNRE) qui m'a donné l'accès aux Laboratoires de ce Centre pour que je puisse réaliser mes travaux de recherche ;

- **Madame RANDRIAMAHATODY Zo, Maître de recherches HDR**, Chef du Département « Environnement et Qualité de la Vie » qui héberge le Laboratoire d'Analyse de Contrôle des Aliments et de l'Eau (LACAE), qui m'a donné l'opportunité de réaliser ce travail de recherche au sein du LACAE ;

- **Monsieur RASOLOMAMPIANINA Rado, Professeur Titulaire, Directeur de Recherches**, Chef du Laboratoire de Microbiologie et de l'Environnement (LME) au sein du CNRE qui m'a aidé administrativement et techniquement durant la réalisation de cette étude ;

• **Madame ANDRIAMBELOSON Herivony Onja, Maître de recherches HDR**, qui m'a aidé durant la réalisation de cette étude ;

• **Madame RAVONINJATOVO Mboahangy, Maître de recherches**,
Monsieur RANDRIANATORO Hery, Monsieur RANDRIAMIDOSY Jean Claude, Maître de recherches et Monsieur RAHARIMALALA Jean Fredinot, Technicien de laboratoire, qui m'ont aidé et m'ont donné les explications des étapes des analyses physico-chimiques des échantillons ;

• **Toutes les équipes du CNRE**, qui m'a bien accueilli et m'ont aidé durant la réalisation de ce travail de recherche au sein du CNRE.

Je veux remercier les membres du Comité de lecture de cette thèse :

• **Monsieur PAMPHILE Mananjara, Professeur Titulaire**, Enseignant-Chercheur au sein de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, Président du Comité de lecture de cette thèse, vos suggestions pour améliorer cette thèse sont inoubliables ;

• **Madame RASOANANDRASANA Emilienne, Professeur Titulaire**, vos suggestions, en tant que membre de Comité de lecture, apportent beaucoup d'amélioration de cette thèse ;

• **Monsieur ANDRIANASOLONANTENAINA Jacky Michel, Docteur**, Enseignant-Chercheur au sein de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, vos suggestions en tant que membre de Comité de lecture apportent beaucoup d'amélioration sur cette thèse ;

Mes vifs remerciements s'adressent aussi aux membres du Jury de cette thèse :

• **Monsieur RANDRIANAMBININA Blanchard, Professeur Titulaire**, Président du Jury, Enseignant-Chercheur à la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, en plus de votre charge pédagogique et de votre charge familiale, vous avez accepté de présider le Jury de cette soutenance ;

• **Madame ROUKIA Djoudi Ahmed, Professeur**, Enseignant-Chercheur au sein de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, et Directeur de l'EDGVM, bien que vous ayez une lourde charge, vous avez accepté de siéger en tant que Rapporteur Externe de cette thèse ;

• **Monsieur PAMPHILE Mananjara, Professeur Titulaire**, Enseignant-Chercheur au sein de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga, bien que vous ayez une lourde charge, vous avez accepté de siéger en tant que Rapporteur Interne de cette thèse ;

• **Madame RASOANANDRASANA Emilienne, Professeur Titulaire**, votre présence apporte beaucoup d'amélioration sur cette thèse, en tant qu'Examineur ;

• **Madame RANDRIAMAHATODY Zo, Maître de recherches HDR**, en prenant en priorité cette thèse, en tant qu'Examineur ;

• **Monsieur RAZAFIMAHEFA**, Professeur Titulaire, Deuxième Vice-président de l'Université de Mahajanga, Responsable de l'Équipe d'Accueil Doctorale (EAD) : Aliments, Nutrition et Sécurité Alimentaire (ANSA) au sein de l'École Doctorale de Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) de l'Université de Mahajanga, Responsable de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnement (BSE) au sein de la FSTE, mon Directeur de thèse, qui m'a dirigé et conseillé avec beaucoup de compréhension et de patience. Votre rigueur scientifique, votre expérience pratique et votre souci de vouloir le meilleur pour moi, ces qualités, pour moi, sont des exemples que je garderai tout au long de ma carrière. Les mots ne sauraient exprimer toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude ;

• **Monsieur RASOLOMAMPIANINA Rado, Directeur de Recherches, Professeur Titulaire**, en tant que Co-directeur de cette thèse, qui m'a aidé administrativement et techniquement durant les travaux au laboratoire de LME sis à Tsimbazaza Antananarivo,

• **À tous les Enseignants** de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnement et ceux de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement de l'Université de Mahajanga d'avoir assumé entièrement leur responsabilité de mes études.

• **Enfin, mais qui n'est pas la moindre**, un grand merci à mes parents pour leur infatigable patience et leurs encouragements sans cesse durant mes parcours d'études.

Je remercie les personnes suivantes pour leur aide durant la réalisation de cette thèse :

• **Madame ROUKIA Djoudi Ahmed, Professeur, Directeur par intérim du LRBES** de m'avoir accueilli au sein de ce laboratoire.

• **Monsieur RAMIANDRIVELO Philémon, Docteur, et Mademoiselle VOLOLONIRINA Rangita Florida, Docteur**, qui m'ont aidé durant la rédaction de cette thèse ;

• **Madame TEMASOA Yvanna, Docteur et Monsieur REBOZA Mario, Technicien de laboratoire**, pour leur assistance durant la réalisation des analyses toxicologiques au sein de LRBES sis au campus Universitaire Ambondrona-Mahajanga, Madagascar ;

• **Madame RAZAFINIRINA Mamy Lalaina et Monsieur RAMIANDRASOA Andrianandraina Lionel**, qui m'ont aidé pour minimiser les fautes de français ;

• **Monsieur RAMIANDRISOA Botovao Auguste, Docteur**, qui m'a aidé pour les analyses statistiques des données numériques obtenues par le logiciel R ;

• **Messieurs NDEHA Patrice, RABEMANANJARAHAJA Rémi Angelo, ELSON Jocelyn**, Chefs CISCO (Circonscription Scolaire) Mahajanga I, qui ont facilité la réalisation de mes travaux de recherche.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	v
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES PHOTOS	x
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES ANNEXES	<u>xii</u>
LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET DES COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES	xv
LISTE DES ATTESTATIONS	xvi
INTRODUCTION	1
I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I.1. Généralités sur les produits halieutiques	4
I.1.1. Production nationale et internationale des crabes et des crevettes	6
I.1.2. Commercialisation des crabes et des crevettes dans le monde	6
I.2. Différentes sortes de crabes et de crevettes	7
1.2.1 Différentes sortes de crabes	7
1.2.2. Différentes sortes de crevettes	8
I.2.3. Classification des crabes et des crevettes.....	9
I.2.4. Répartition des crabes et des crevettes.....	11
I.3. Critères microbiologiques des produits halieutiques	12
I.3.1. Critères FCD des produits halieutiques	12
I.3.2. Critères du Ministère de la Pêche Malagasy	13
I.3.3. Caractéristiques des germes des produits halieutiques.....	13
I.4. Valeur nutritionnelle des crabes et des crevettes	20
I.4.1. Valeur nutritionnelle des crabes entiers et des crevettes entières	20
I.4.2. Valeur nutritionnelle de sous-produits des crevettes et des crabes.....	21
I.5. Modes de traitements des crabes et des crevettes	22

I.6. Sous-produits des crabes et des crevettes.....	22
I.7. Autolyse	23
I.7.1. Intérêt de l'autolyse	23
I.7.2. Importance de l'autolyse	24
I.8. Généralités sur les protéines	24
1.8.1. Définition des protéines	24
1.8.2. Caractéristiques des acides aminés	25
I.9.Toxicité des aliments.....	29
I.9.1. Toxicité aiguë	29
I.9.2. Toxicité chronique	30
II. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	31
II.1. Matériels.....	31
II.1.1. Documents dans des bibliothèques et des sites web de l'Internet	31
II.1.2. Matériels biologiques	31
II.1.3. Matériels d'enquêtes	32
II.1.4. Matériels de collectes des échantillons	32
II.1.5. Matériels de laboratoire	32
II.1.7. Autres matériels	33
II.2. Méthodes	33
II.2.1. Collectes d'informations sur les coproduits disponibles à Mahajanga	33
II.2.3. Préparation des échantillons	34
II.2.4. Caractérisation des échantillons de crabes et de crevettes.....	35
II.2.5. Autolyse des têtes de crevettes	54
II.2.6. Identification des acides aminés.....	59
II.2.7. Analyses toxicologiques des autolysats	60
II.2.8. Choix des aliments utilisés	63
II.2.9. Introduction des autolysats dans quelques aliments	63
II.2.10. Expérience hédonique des aliments préparés.....	63
II.2.11. Analyses statistiques des données obtenues	65

III. RÉSULTATS	66
III.1. Informations concernant les produits halieutiques à Mahajanga	66
III.3. Germe identifié dans les têtes de crevettes	69
III.4. Qualité nutritionnelle des carapaces de crabes et des têtes de crevettes	69
III.5. Produits d'optimisation de l'autolyse des têtes de crevettes	71
III.5.1. Solubilisation des protéines durant l'optimisation des paramètres	71
III.5.2. Taux de protéines dans les culots et sur les surnageants selon les paramètres optimisés.....	75
III.5.3. Valeur nutritionnelle des autolysats des têtes de crevettes selon les paramètres	77
III.6. Qualité microbiologique des autolysats des têtes des crevettes selon les paramètres optimisés	78
III.7. Qualité nutritionnelle de l'autolysat des têtes de crevettes selon les paramètres optimisés	79
III.8. Acides aminés identifiés dans les échantillons	80
III.9. Caractéristique toxicologique d'autolysat.....	81
III. 9.1. Comportement des animaux testés	81
III. 9.2. Présentation des matières fécales et des urines des animaux testés.....	84
III.10. Qualité sensorielle des aliments ajoutés d'autolysat.....	84
III.11. Données statistiques concernant les résultats du surnageant.....	86
III.11.1. Teneur en protéines après l'optimisation de la température	87
III.11.2. Teneur en protéines après l'optimisation de la quantité d'eau	87
III.11.3. Teneur en protéines de surnageant après l'optimisation de la durée	88
DISCUSSION	91
1. Informations concernant les produits halieutiques à Mahajanga	91
2. Qualités microbiologiques des carapaces des crabes et des têtes de crevettes ..	92
3. Qualité nutritionnelle des carapaces de crabes et des têtes de crevettes.....	94
4. Optimisation de l'autolyse des têtes de crevettes.....	95
5. Qualité microbiologique de l'autolysat obtenu après l'optimisation des paramètres	

6. Qualité nutritionnelle de l'autolysat obtenu après l'optimisation des paramètres	97
7. Acides aminés identifiés dans les échantillons	98
8. Caractéristiques toxicologiques d'autolysat.....	99
9. Qualité sensorielle des aliments ajoutés d'autolysat	100
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	102
RÉFÉRENCES	
GLOSSAIRE	
ANNEXES	
RESUME	

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Valeur nutritionnelle des têtes de crevettes.....	21
Figure 2 . Structure d'un acide aminé.....	27
Figure 3. Etapes des extractions de protéines.....	59
Figure 4 . Production des crevettes, des crabes et leurs sous-produits à Mahajanga.....	68
Figure 5 . Composition des macronutriments des carapaces de crabes.....	71
Figure 6. Composition des éléments minéraux des carapaces de crabes.....	71
Figure 7 . Composition biochimique des têtes de crevettes.....	72
Figure 8 . Solubilités des protéines durant l'optimisation de température	73
Figure 9 . Solubilités des protéines durant l'optimisation de la concentration d'eau.....	74
Figure 10. Solubilités des protéines durant l'optimisation de la durée	75
Figure 11 . Solubilités des protéines en utilisant le germe <i>Streptococcus lutetiensis</i>	75
Figure 12. Protéine des autolysats de têtes de crevettes selon la température	77
Figure 13 . Protéine des autolysats de têtes de crevettes selon la durée	77
Figure 14. Protéine des autolysats selon la concentration de l'eau	78
Figure 15. Protéines de surnageant selon l'optimisation de Températures.....	88
Figure 16. Teneur des protéines de surnageant selon la concentration d'eau	89
Figure 17. Protéines des surnageants après l'optimisation de durée.....	90

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES PHOTOS

Photo 1. Crabes <i>Scylla serrata</i>	10
Photo 2. Crevettes <i>Penaeus indicus</i>	11
Photo 3. <i>Escherichia coli</i>	14
Photo 4. <i>Salmonella</i>	15
Photo 5. Flore totale.....	17
Photo 6. <i>Vibrio</i>	18
Photo 7. <i>Clostridium perfringens</i>	19
Photo 8. Têtes de crevettes <i>Penaeus indicus</i>	32
Photo 9 : Transport de l'échantillon aux laboratoires du CNRE	34
Photo 10. Broyage des échantillons	43
Photo 11. Incinération des échantillons au four	45
Photo 12. Mise en marche de l'autolyse	55
Photo 13 : Pesage des extraits avant introduction.....	61
Photo 14 : Présentation des rats par lot	62
Photo 15 : Introduction des extraits aux rats	64
Photo 16. <i>Streptococcus lutetiensis</i> vu au microscope électronique.....	70

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Production mondiale de crevettes de 1985 à 2000 et 2015.....	5
Tableau 2. Critères microbiologiques des produits marins	13
Tableau 3. Valeurs nutritives de crevettes entières et de crabes entiers	20
Tableau 4. Composition biochimique des têtes de crevettes et des carapaces de crabes ...	21
Tableau 5. Liste des acides aminés essentiels chez l'humain	27
Tableau 6. Acides aminés et leur recommandation	28
Tableau 7. Valeurs calorifiques des coproduits des crabes et des crevettes analysées.....	50
Tableau 8. Longueurs d'ondes durant l'analyse des éléments minéraux.....	52
Tableau 9. Mode de préparation des feuilles de manioc et catless avec extrait	66
Tableau 10. Société traitant des produits halieutiques dans la ville de Mahajanga,.....	67
Tableau 11. Qualités microbiologiques des carapaces de crabes et des têtes de crevettes	69
Tableau 12.. Teneurs en protéines autolysats séchés selon les paramètres utilisés	76
Tableau 13. Qualité nutritionnelle des têtes de crevettes selon les paramètres	79
Tableau 14. Microorganismes identifiés dans le surnageant des têtes de crevette.....	80
Tableau 15. Composition nutritionnelle de l'autolysat de têtes de crevettes.....	80
Tableau 16. Composition en acides aminés des têtes de crevette <i>Penaeus indicus</i>	81
Tableau 17. Comportement des rats après 1 heure d'administration.....	82
Tableau 18. Comportement des rats après 24 heures d'administration	83
Tableau 19. Comportement des rats après 48 heures d'administration	84
Tableau 20. Comportement des rats après 72 heures d'administration	84
Tableau 21. Caractéristiques des matières fécales et des urines des rats en 24 heures.....	85
Tableau 22. Appréciation des dégustateurs combinés (feuille de manioc)	86
Tableau 23. Appréciation des dégustateurs combinés (catless).....	87
Tableau 24. Teneur en protéines en moyenne et écart-type	88
Tableau 25. Teneur en protéines des surnageants de têtes de crevettes.....	89
Tableau 26. Teneur en protéines des surnageants selon l'optimisation de la durée.....	89

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Résumé des articles scientifiques

Annexe 2. Résumé des communications scientifiques

Annexe 3. Attestations

Annexe 4. Critères microbiologiques décrits par FCD

Annexe 5. Fiche d'enquête aux Responsables des Sociétés de la ville de Mahajanga

Annexe 6. Matériels d'analyses

Annexe 7. Matériels des analyses toxicologiques

Annexe 8. Modes de préparation des milieux de culture

Annexe 9. Première expérience : optimisation de la température

Annexe 10. Deuxième expérience : optimisation de la température

Annexe 11. Troisième expérience : optimisation de la température

Annexe 12. Quatrième expérience : optimisation de la température

Annexe 13. Cinquième expérience : optimisation de la température

Annexe 14. Sixième expérience : optimisation de la quantité d'eau

Annexe 15. Septième expérience : optimisation de la quantité d'eau

Annexe 16. Septième expérience : optimisation de la quantité d'eau

Annexe 17. Huitième expérience : optimisation de la durée

Annexe 18. Neuvième expérience : optimisation de la durée

Annexe 19. Dixième expérience : optimisation de la durée

Annexe 20. Onzième expérience : Optimisation des autolyses par *Streptococcus lutetiensis*

Annexe 21. Matériels pour l'identification des acides aminés

Annexe 22. Fiche pour l'analyse sensorielle

Annexe 23. Présentation des photos durant l'analyse sensorielle

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR	: Association Française de Normalisation
ANOVA	: Analyse de variances,
ANSA	: Aliments, Nutrition et Sécurité Alimentaire,
BMBA	: Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquée,
BMF	: Base Matière Fraiche,
BMH	: Base Matière Humide,
BSE	: Biochimie et Sciences de l'Environnement,
CCM	: Chromatographie sur Couche Mince,
CEE	: Communauté Economique Européenne
CISCO	: Circonscription Scolaire
CNRE	: Centre National de Recherches sur l'Environnement,
DLC	: Date Limite de Consommation
DLUO	: Date Limite d'Utilisation Optimale
DO	: Densité Optique,
EDGVM	: École Doctorale de Génie du Vivant et Modélisation,
EPSA	: Eau Peptonée Salée Alcaline,
EPT	: Eau Peptonée Tamponnée,
FAMT	: Flore Mésophile Aérobie Totale
FAO	: Food and Agriculture Organization,
FCD	: Fédération Commerce Distribution
FSTE	: Faculté des Sciences de Technologies et de l'Environnement,
GT	: Glucides Totaux,
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Point
IFREMER	: Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
ISO	: International Standardisation Organisation
LACAE	: Laboratoire d'Analyse de Contrôle des Aliments et des Eaux
LRBES	: Laboratoire de Recherche en Biotechnologie, Environnement et Santé,
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche
MAPAQ	: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.
MG	: Matière Grasse,
MGB	: Matière Grasse Brute
MRS	: deMan, Rogosa, Sharpe
MS	: Matière Sèche,

ORSTOM	: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer,
ONU	: Organisation des Nations Unis
PAM	: Programme Alimentaire Mondial
PCA	: Milieu de Plat Count Agar,
PrB	: Protéines Brutes,
REVUT	: Résultat Et Visibilité de l'Université de Toamasina
RSTE	: Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement
RVS	: Rapport Vassiliadis Soja
TBX	: Triptone Bile X-Glucuronide
TCBS	: Thiosulfate Citrate Bile Saccharose
TCS	: Trypto-Caséine-Soja
TIAC	: Toxi-infection Alimentaire Collective
UFC	: Unité Formant Colonie
URSS	: Union des Républiques Socialistes Soviétiques

LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET DES COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

1. LISTE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

- 1) **TSIALY J.L.**, RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R., RAZAFIMAHEFA (2020).-« Études des qualités des sous-produits halieutiques de la ville de Mahajanga » communication affichée durant le REVUT a Tamatave des 15,16 et 17 Décembre 2020. Disponibles sur « (https://drive.google.com/drive/folders/1soj0tUISCgqAKX0LS__N-tlco0fswvKo) » (Annexe 1, Résumé 1).
- 2) **TSIALY J.L.**, RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA (2021) « Caractéristiques nutritionnelles des sous-produits de crevette dans une Société de Mahajanga », Communication orale durant la rencontre scientifique organisée par l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo des 10 et 11 mars 2021. Disponible sur « <https://jsespa.mg/js-espa-premiere-edition> » (Annexe 1, Résumé 2).
- 3) RAZAFIMAHEFA, SOLOFONIAINA T. E., VOLOLONIRINA R. F., FANAMBINANTSOA F.R., **TSIALY J. L.** et RANDRIANANTENAINA A. (2020). – « Propriétés physiques, physico-chimiques et fonctionnelles de la farine du riz "mamoriaka mena". Disponible sur « 360153906_RSTE_VOL_4_VERSION_FINALE_-_COMPLET » (Annexe 1, Résumé 3).
- 4) RAZAFIMAHEFA, RANDRIANANTENAINA A., VOLOLOIRINA R. F., TSIALY J. L. FANAMBINANTSOA F. R., RATOLONANAHARY H. F., RABEMIARINA F. et RABENANDRASANA D. (2021). – “Valorization of Crops in Madagascar: Use of Cassava Flour in Baking”. Disponible sur “<https://zenodo.org/records/6058467>” (Annexe 1, Résumé 4).
- 5)- VOLOLONIRINA R.F, RAZAFINDRASOA M.Y., RANDRIAMAROSON J.L.E., FANAMBINANTSOA FARA. R, RANDRIANANTENAINA A.³, **TSIALY J. L.** et RAZAFIMAHEFA ⁵(2021). « Propriétés physiques et physico-chimiques des farines de trois variétés de patate douce les plus cultivées et consommées dans la région Atsinanana ». Disponible sur « 360153906_RSTE_VOL_4_VERSION_FINALE_-_COMPLET » (Annexe 1, Résumé 5).
- 6) VOLOLONIRINA R. F; RANDRIAMAROSON J.L.E., RAZAFINDRASOA M. Y.; FANAMBINANTSOA F.R., **TSIALY J.L.**; RANDRIANANTENAINA A.; RAZAFIMAHEFA.-«Teneurs en protéines et en éléments minéraux et charge acide d'une farine de patate douce récoltée dans la région Atsinanana ». Disponible sur « https://www.researchgate.net/publication/364332301-RSTE_Vol_5_Univ_d'ETE_3-1_VERSION_COMPLETE (Annexe 1, Résumé 6).

2. LISTE DES COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

- 1) **TSIALY J. L.**, RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA (2019). - « Études préliminaires sur les produits halieutiques dans la Société de la ville de Mahajanga » Communication orale durant la rencontre scientifique organisée par l'École Supérieure des Sciences Agronomiques au Campus Ankantso, Antananarivo des 26 et 27 septembre 2019.
- 2) **TSIALY J. L.**, VOLOLONIRINA R. F., FANAMBINANTSOA F. R., RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA (2020) - « Études des risques de sous-produits halieutiques sur l'environnement : cas de la ville de Mahajanga », Communication affichée durant la rencontre scientifique Université d'été deuxième Edition, organisée par l'Université de Mahajanga des 17,18 et 19 novembre 2020 (Annexe 2, Résumé 1).
- 3) **TSIALY J. L.**, RANDRIAMAHATODY Z., RAVONIZAFY C., RANDRIANATORO H., RAKOTOMALALA H. L., ANDRIAMBELOSON H.O., RASOLOMAMPIANINA R.⁷ et RAZAFIMAHEFA **(2021)**. « Qualités nutritionnelles et microbiologiques des carapaces de crabes vendus aux marchés d'Ambohimandamina et de Tsaramandroso dans la Commune Urbaine de Mahajanga », Communication affichée durant la rencontre scientifique organisée par l'Institut Supérieur de Technologie d'Ambositra des 5, 6 et 7 octobre 2021 (Annexe 2, Résumé 2).
- 4) **TSIALY J L**, ARISTIDE J. G., VOLOLONIRINA R. F., FANAMBINANTSOA F. R., RANDRIAMAHATODY Z, RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA **(2021)**. - « Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par Aristide Jean Galbert à Mahajanga », Communication orale durant la rencontre scientifique organisée par l'Université de Mahajanga (Université d'été troisième Edition) des 12 et 13 novembre 2021. (Annexe 2, Résumé 3).

LISTE DES ATTESTATIONS

LISTE DES ATTESTATIONS (Annexe 3)

- 1) Attestation 1. Formation sur « Les nouvelles technologies et guerres économiques »,
- 2) Attestation 2. Attestation pour une communication orale,
- 3) Attestation 3. Pour la participation à la première édition « Université d'été »,
- 4) Attestation 4. Attestation de formation « Thèse sur papier »,
- 5) Attestation 5. Attestation pour une communication orale « Caractéristiques nutritionnelles des sous-produits de crevettes dans une société de Mahajanga »,
- 6) Attestation 6. Attestation de participation à la 6^{ème} édition ISTA,
- 7) Attestation 7. Attestation de participation de la formation hybride,
- 8) Attestation 8. Pour la participation à la quatrième édition « Université d'été »,
- 9) Attestation 9. Attestation pour une communication orale « Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par Aristide Jean Galbert à Mahajanga ».

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les crabes et les crevettes sont des produits halieutiques qu'on trouve généralement dans la mer. La production mondiale de crevettes représente 57 % de la production en crustacés marins et 3 % de la production halieutique totale (FAO, 2000 ; BEKADJA, 2009).

La croissance phénoménale de l'offre mondiale de crevette a conséquemment entraîné une augmentation importante des échanges commerciaux internationaux. Si plus de 83 % de la production étaient concentrées dans douze pays, les échanges commerciaux internationaux, étaient souvent concentrés dans quelques pays également. En effet, la croissance de la production a très majoritairement servi à approvisionner les marchés intérieurs de ces pays. Le marché américain est essentiellement et de plus en plus desservi par des pays producteurs de crevette d'eau chaude (MAPAQ, 2006).

La Thaïlande a toujours constitué de loin le premier exportateur mondial de crevette. Les cinq autres plus importants exportateurs de crevette connaissent cependant des progressions de plus en plus marquées à ce chapitre. Combinée à une certaine stagnation des exportations thaïlandaises, cette progression des autres producteurs amène une compétitivité accrue sur les marchés, principalement américains et européens (MAPAQ, 2006).

Les crevettes et les crabes, appelés aussi fruits de mer, sont des produits halieutiques parmi les plus appréciés par les consommateurs de nos jours. Les têtes de crevettes sont riches en protéines et calcium. Leurs carapaces contiennent une quantité considérable de cendres brutes qui apportent une grande partie des régimes alimentaires particulièrement les protéines et le calcium (RAVONINJATOVO *et al.*, 2014). Environ 75 % de la production mondiale de crevettes d'élevage proviennent de pays asiatiques ; les deux principaux sont la Chine et la Thaïlande, suivis de près par le Viêt Nam, l'Indonésie et l'Inde (GRIESSINGER *et al.*, 1991). Les 25 % restants sont produits en Amérique, principalement au Brésil, en Équateur et au Mexique (RAZAFIMANANTSOA, 2007). Une forte productivité est constatée particulièrement dans les milieux estuariens. On rencontre le long des estuaires, à l'exception du fleuve Saint-Louis, des mangroves à *Rhizophora* qui présentent une importance halieutique et écologique bien reconnue.

La mangrove remplit dans l'écosystème estuarien plusieurs fonctions, de rétention de sédiments, de refuge aux alevins et aux larves de crevettes, d'atténuation des crues, de nurseries et de stabilisation du littoral (THIAW, 2005).

Depuis les cinq dernières années, on observe un développement rapide de la filière du crabe (KASPRZYK, 2012). Les captures annuelles ont augmenté de 4 052 tonnes en 2012 à 6 018 tonnes en 2017, donc une croissance de 50 % environ. Mais, la valeur d'exportation pour la même période a été multipliée par 3. Madagascar dispose d'une grande ressource en produits halieutiques. Le secteur de l'halieutique tient une place importante dans la production alimentaire de Madagascar. Il joue un rôle capital dans l'économie et au niveau de l'exportation (ANDRIANAIVOJANA *et al*, 1992). Pourtant, elles ne sont, malheureusement, pas accessibles au grand public à cause de leurs prix qui sont très élevés.

De nombreuses espèces font l'objet d'une exploitation commerciale de grande ampleur sous ce nom générique ; la consommation mondiale de crevettes a augmenté considérablement durant les années 2000. La part des crevettes d'élevage marines ou d'eau douce, a fortement augmenté par rapport aux crevettes sauvages.

Les « vraies » crevettes de mer se retrouvent toutes dans l'ordre actuel des décapodes, dans l'infra-ordre Caridea, notamment. D'autres groupes de crustacés dont l'allure est proche de celle des « vraies » crevettes peuvent toutefois être désignés ainsi : il s'agit des euphausiacés, pour les krills, et des mysidacés (NOËL, 2016).

Les produits halieutiques sont traités avec des différents modes et nous ne citons que l'étêtage, décorticage. Ces types de traitements sont généralement utilisés dans la Société traitant les produits halieutiques.

À Mahajanga, la production de crevette représente 80 % de ressources crevettières de Madagascar, données recueillies aux Responsables durant les enquêtes. Les transformations industrielles, telles que l'étêtage, le décorticage, engendrent ainsi des sous-produits. En effet, les sous-produits constituent 35 à 45 % de la masse totale (RADISSON, 2019). Ils sont constitués des têtes, de la queue, des carapaces et des viscères.

La malnutrition est un contexte qui fait rage actuellement à Madagascar, et surtout à Mahajanga. Pourtant, les sous-produits des crevettes ne sont pas valorisés en ressources alimentaires et sont, soit enfouis dans le sol, soit jetés dans la nature, selon les Responsables des Sociétés de la ville de Mahajanga. Face à toutes ces problématiques, nous admettons comme hypothèse que la valorisation des sous-produits halieutiques contribuera, de manière significative, à résoudre les problèmes de malnutrition à Madagascar, et surtout, dans la ville de Mahajanga. Par ailleurs, tout cela nous a incités à faire cette recherche intitulée « Études de la qualité alimentaire des carapaces de crabes et des têtes de crevettes collectées à Mahajanga et celle des autolysats de ces sous-produits ».

L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la valorisation des sous-produits halieutiques de la ville de Mahajanga. Dans cet optique, les objectifs spécifiques sont ; de déterminer les catégories des sous-produits, d'évaluer les qualités nutritionnelles et microbiologiques de ces sous-produits, d'optimiser les paramètres d'autolyse des têtes de crevettes afin d'extraire la quantité maximale des protéines contenu dans ces sous-produits, d'évaluer les qualités nutritionnelles et microbiologiques des autolysats obtenus, d'identifier les acides aminés constitutifs des protéines contenues dans les têtes de crevettes, de déterminer les caractéristiques toxicologiques d'autolysat et enfin, d'évaluer la qualité sensorielle de deux aliments ajoutés d'autolysat.

Le travail de recherche est structuré en trois parties : la première est la synthèse bibliographique ; la deuxième est concentrée sur les Matériels et les Méthodes utilisées, afin d'atteindre les objectifs de la thèse ; la troisième est d'exposer les résultats obtenus pour ce travail de recherche et suivi de la discussion de ces résultats tout en les comparant aux travaux plus ou moins similaires déjà effectués par d'autres chercheurs, avant de procéder à la conclusion et perspectives.

PREMIÈRE PARTIE :
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette synthèse bibliographique a pour objectif, dans un premier temps, de faire le point sur les coproduits issus de la filière halieutique. À titre d'illustration, un aperçu des principaux coproduits alimentaires déjà valorisés aussi bien dans la filière crabes et crevettes que dans les autres filières agroalimentaires sera également présenté.

I.1. Généralités sur les produits halieutiques

Les produits halieutiques constituent l'ensemble de ressources vivantes aquatiques, marines ou dulçaquicoles, se distinguant en fonction du mode d'exploitation et du milieu de vie. Il s'agit, entre autres, des mammifères marins, des poissons et des crustacées. Ces derniers sont connus par leur valeur nutritive (FAO, 2012).

Selon la FAO, les pêches de capture et l'aquaculture ont produit approximativement 148 millions de tonnes de poisson en 2010 dans le monde (pour une valeur totale estimée à 217,5 milliards d'euros) dont 128 millions de tonnes environ pour l'alimentation humaine. Les données préliminaires montrent que la production a augmenté en 2011, atteignant jusqu'à 154 millions de tonnes, dont 131 millions de tonnes destinées à l'alimentation (FAO, 2012).

Les côtes ouest de Madagascar sont riches en produits halieutiques, en particulier celles de Mahajanga, dominées par les poissons, les crabes et les crevettes. La ville de Mahajanga présente quatre grandes Sociétés précisément qui sont SOMAPECHE, PECHEXPRT, REFRIGEPCHE et SOGEDIPROMA.

Les crabes et les crevettes sont des produits halieutiques qui se rencontrent dans les eaux douces et les eaux de mer. Si l'on considère l'ensemble des échanges mondiaux pour les "produits de la mer" au sens large, les crevettes occupent le premier rang avec 20 % du commerce international.

En dehors de l'Asie, première région productrice et consommatrice de crevettes, les principales autres régions consommatrices sont les Etats-Unis, le Japon et la CEE (Tableau 1).

Tableau 1 : Production mondiale de crevettes 1985 à 2000 et 2015

Régions	Pays	Production en milliers de tonnes (arrondi)				
		1985	1990	1995	2000	2015
Asie	Chine	40	185	78	218	1161
	Thaïlande	10	115	259	309	
	Viêt Nam	8	32	55	90	500
	Indonésie	25	84	121	118	589
	Inde	13	35	70	97	550
	Bangladesh	11	19	32	59	X
	Philippines	29	48	89	41	X
	Myanmar	0	0	1	5	X
	Taïwan	17	15	11	6	X
Amérique	Brésil	< 1	2	2	25	X
	Équateur	30	76	106	50	403
	Mexique	< 1	4	16	33	X
	États-Unis	< 1	< 1	1	2	X
Moyen-Orient	Arabie saoudite	0	< 1	< 1	2	X
	Iran	0	0	< 1	4	X
Océanie	Australie	0	< 1	2	3	X

Source : FAO, 2000

I.1.1. Production nationale et internationale des crabes et des crevettes

La production de crevettes est marginale ainsi elle est si marginale (quelques dizaines de milliers de tonnes par rapport aux 2 millions et demi de tonnes de crevettes de toutes espèces) qu'elle n'est généralement pas identifiée séparément dans les statistiques officielles (GRIESSINGER *et al*, 1991).

La production mondiale de crabes a très fortement augmenté durant ces dernières années, passant de 408 000 tonnes en 1970 à plus de 2 000 000 de tonnes en 2005. La Chine, les États-Unis et le Canada couvrent 70 % de cette production. Les importations de crabes dans le monde s'élèvent à environ 400 000 tonnes. Les États-Unis et le Japon importent 60 % des crabes faisant l'objet de commerce international. Autrement dit, les États-Unis sont les plus grands consommateurs de crabes dans le monde (Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, 2009).

La production de cette dernière augmente chaque année et les échanges internationaux sur ce produit de la mer sont les plus importants en valeur. Les déchets des crevettes renferment plusieurs substances méritant d'être valorisées. On peut citer entre autres, les protéines, les lipides, la chitine et des éléments minéraux... (HEU *et al*, 2003).

Les produits de crevettes sont parmi des sources économiques à Madagascar. Ils ont donné de rendement 15 milliards d'ariary pour l'année 2023. Cette recette a augmenté par rapport l'année 2021 (MAEP, 2023). La zone de Mahajanga est la première région productrice de crabe de mangrove à Madagascar. Du fait de son étendue, de sa complexité et de l'hétérogénéité de ses paysages, le projet CORECRABE a séparé la région en deux zones bien distinctes : la baie de la Mahajamba et la zone de Soalala (POYART *et al*, 2001).

I.1.2. Commercialisation des crabes et des crevettes dans le monde

Les prix des crevettes et des crabes varient en fonction de l'espèce, des classes de taille (nombre d'individus à la livre ou au kg), de la provenance, de la qualité du conditionnement et des fluctuations saisonnières. Cependant, le prix de gros de la livre de queues de crevettes de mer est assez stable. Ainsi, à New York, de 1984 à 1989, les prix se maintiennent dans une fourchette de 3,5 à 5,5 \$ (45 à 75 Franc/kg) sans tendance générale à la baisse, malgré l'augmentation des tonnages débarqués durant cette période (plus 43 %). Actuellement, le prix de crevette dans le marché de la ville de Mahajanga est de 12 000 Ar à 30 000 Ar pour un kg. Sur la même période, les prix pour la crevette subissent une décote systématique de 10 à 30 % par rapport à ceux des crevettes de mer pour une même catégorie de taille, variant ainsi de 2,8 à 4,4 \$ la livre (35 à 60 Franc/kg). La principale région productrice est l'Asie qui représente les 3/4 de la production des crevettes de pêche

(essentiellement la Chine, l'Inde, l'Indonésie et la Thaïlande) et 83 % de la production des crevettes d'élevage. Ensuite, viennent le continent américain (essentiellement États Unis, Mexique, Brésil et Équateur) puis l'Afrique (GRIESSINGER *et al*, 1991). La crevette constitue le produit le plus valorisé sur le marché mondial (FAO, 2009). Destinée en sa totalité à l'alimentation humaine, la partie comestible représente près de 60 % du poids de la crevette entière.

La valorisation des coproduits permettrait, en plus du respect de l'environnement, elle consiste à les transformer de façon qu'ils deviennent des matières premières ou des matières intermédiaires pour la production des autres produits (ZOHRA et AHLEM, 2018). Mahajanga est maintenant la capitale de pêche crevettiers après Nosy-Be. Beaucoup de Sociétés de pêches exportent des crevettes à plusieurs pays. En ce moment, on ne voit pas l'amélioration de la Région de Boeny par rapport à la redevance de ces ressources, même s'il y a beaucoup d'emplois engendrés par ces Sociétés. Or, dans plusieurs années, le premier produit d'exportation en pêche à Madagascar est : la crevette (JOURNAL J, 2019).

La crevette a un fort potentiel, car, d'une part, elle constitue un des rares crustacés d'eau douce de forte valeur marchande et, d'autre part, les essais de commercialisation de cette espèce, aux États-Unis, comme en France, ont montré un excellent accueil du public pour ce crustacé original et "diététique", à condition qu'il se prête bien à une valorisation culinaire (IFREMER, 2012).

I.2. Différentes sortes de crabes et de crevettes

1.2.1 Différentes sortes de crabes

Le Crabe est un nom vernaculaire ambigu utilisé en français pour désigner de nombreuses espèces de crustacés décapodes, pour la plupart comestibles.

On distingue deux grands groupes de crabes, en fonction des caractéristiques de leur abdomen : ceux qui font partie des Brachyura, ou vrais crabes, et les pseudo-crabes qui font partie des Anomura (crabes de cocotier, crabes royaux, crabes de porcelaine, crabes-taupes...). Cependant, toutes les espèces de ces infra-ordres ne sont pas communément qualifiées de crabe, par exemple les araignées de mer (BRACHYURA) ou encore les Bernard et les galathées (Anomura). Madagascar présente 4500 espèces (<https://orbi.umons.ac.be>) ; ces espèces sont généralement rencontrées dans les côtes sud-ouest.

Parmi ces 4500 espèces, *Scylla serrata* est l'espèce la plus consommée dans la ville de Mahajanga. Les caractéristiques générales des crabes sont celles des Brachyura, les crabes classiques, ou des Anomura, avec des nuances pour chaque espèce (NOËL, 2016).

La plupart des crabes sont marins, mais il existe quelques crabes d'eau douce et des crabes terrestres, y compris des crabes arboricoles. Ils disposent tous de cinq paires de pattes (ou péréiopodes) dont la première est modifiée pour former une paire de pinces, aussi nommées chélipèdes, mais chez les Anomura, cette cinquième paire de pattes est atrophiée et sert au nettoyage des branchies (NOËL, 2016).

Les crabes se nourrissent principalement de petits poissons et mollusques, ou de crustacés ; ils sont, en outre, nécrophages, ce qui leur confère un rôle important dans l'écologie des fonds marins. Les yeux des crabes sont portés par des pédoncules oculaires, appendices qui permettent une vue multidirectionnelle. Ces derniers sont logés dans des orbites creuses à l'avant de la carapace (NOËL, 2016).

Un dimorphisme sexuel peut être observé : les mâles ont généralement des pinces plus imposantes, et l'abdomen des femelles est plus large que celui des mâles (<https://www.google.com/search?q=crabe+>).

L'habitant le plus intéressant de l'écosystème de mangrove est le crabe *Scylla serrata*, un crabe de la famille Portunidés, le plus grand et le plus prisé pour sa chair. D'après les chiffres retenus officiellement par le Ministère des Ressources Halieutiques et de la Pêche de Madagascar, la production maximale équilibrée en *Scylla serrata* est de 7 500 tonnes/an à Madagascar.

1.2.2. Différentes sortes de crevettes

Le nom vernaculaire « crevette » (aussi connu comme chevrette dans certaines régions de la francophonie) est traditionnellement donné à un ensemble de crustacés aquatiques nageurs, essentiellement marins, mais aussi dulcicoles, autrefois regroupés dans le sous-ordre des « décapodes nageurs », ou Natantia. De nombreuses espèces font l'objet d'une exploitation commerciale de grande ampleur sous ce nom générique ; la consommation mondiale de crevettes a augmenté considérablement durant les années 2000. Les crevettes côtières pêchées à Madagascar sont composées de cinq espèces, à savoir : *Penaeus indicus*, *Metapenaeus monoceros*, *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus monodon* ou *Penaeus japonicus*. L'espèce *Penaeus indicus* est la plus consommée à Madagascar par rapport aux autres espèces (<https://www.google.com/search?q=>). La part des crevettes d'élevage, marines ou d'eau douce, a fortement augmenté par rapport aux crevettes sauvages

(<https://fr.wikipedia.org/wiki/Crevette>). L'élevage des crevettes est passé d'une activité ancestrale à petite échelle, en Asie du Sud-Est, à une industrie mondiale. Les progrès technologiques ont permis d'élever des crevettes avec des densités toujours plus élevées, et les géniteurs sont expédiés dans le monde entier (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Crevette>).

La grande majorité des crevettes d'élevage appartiennent à la famille des Penaeidae et deux espèces seulement, la crevette à pattes blanches (*Penaeus vannamei*) et la crevette géante tigrée (*Penaeus monodon*), représentent près de 80 % de tous les élevages (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Crevette>). Cette monoculture industrielle est très sensible aux maladies, qui ont provoqué régionalement plusieurs vagues meurtrières dans les populations de crevettes d'élevage. Des problèmes écologiques croissants, des épidémies répétées, ainsi que la pression et les critiques venant à la fois des ONGs et des pays consommateurs, ont entraîné des changements dans cette activité à la fin des années 1990 et généralement une réglementation plus stricte par les gouvernements. En 1999 fut lancé un programme visant à développer et promouvoir des pratiques d'élevage plus durables, programme impliquant des organismes gouvernementaux, des représentants de ce secteur économique et des organisations environnementales (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Crevette>).

I.2.3. Classification des crabes et des crevettes

I.2.3.1. Classification des crabes

La **photo 1** ci-après montre l'espèce de crabe *Scylla serrata* dont la classification est la suivante (JULIA, 1997) :

Domaine	: Eucarya
Règne	: Animal
Embranchement	: Arthropodes
Sous-embranchement	: Euarthropodes
Groupe	: Mandibulates
Classe	: Crustacés
Sous-classe	: Malacostracés
Ordre	: Eucacides
Famille	: Décapodes
Sous famille	: Brachyours
Genre	: <i>Scylla</i>
Espèce	: <i>serrata</i>
Nom commun	: Crabe de boue ou crabe de palétuvier ou crabe de mangrove
Nom malgache	: Drakaka



Photo 1. *Scylla serrata*

Source : <https://www.alamyimages.fr/crabe-de-boue-scylla-serrata>

I.2.3.2. Classification des crevettes

La **photo 2** ci-après présente l'espèce des crevettes *Penaeus indicus*.

La classification de cette espèce est la suivante (<http://crevette-encyclopédie.org>).

Domaine	: Eucarya
Règne	: Animale
Embranchement	: Arthropode
Sous-embranchement	: Antennates
Superclasse	: Crustacés
Classe	: Malacostracés
Sous-classe	: Eumalacostracés
Super ordre	: Eucarides
Ordre	: Décapodes
Sous-ordre	: Dendrobranchiata
Super famille	: Pénaeoidea
Famille	: Penaeidae
Genre	: <i>Fanneropenaeus</i>
Espèce	: <i>indicus</i>
Nom commun	: Crevette blanche des Indes
Nom malgache	: Makamba



Photo 2. *Penaeus indicus*

Source : <https://fr.freepik.com/photos-premium/crevettes-penaeus>

I.2.4. Répartition des crabes et des crevettes

Pour la ville de Mahajanga, Baie d'Ambaro, Maintirano, Besalampy, Farafangana... présentent les types de crabes suivants : crabes de cocotier, crabes royaux, crabes de porcelaine, crabes-taupes ainsi que les crevettes.

À Madagascar, les zones de production de crabes sont constituées principalement par :

- La Région de Boeny (autour de Mahajanga), qui tient la première place ;
- La Région de Menabe (autour de Morondava), en deuxième position ;
- La Région de Sofia – complexe de mangroves de Sahamalaza (autour de Maromandia).

À celles-ci s'ajoutent les zones de production :

Dans le cas de la Région de Boeny, il s'agit des deux baies de Mahajamba et de Bombetoka. Pour la Région de Menabe, la pêche est effectuée dans les deltas de Tsiribihina et de Mangoky et enfin, pour ce qui est de la région de Sofia, les captures sont faites dans le grand complexe de mangroves de Sahamalaza (KASPRZYK, 2012). Les crevettes côtières de Madagascar affectionnent les petits fonds vaseux ou sablo-vaseux du plateau continental. Ces fonds se rencontrent essentiellement sur la côte ouest de Madagascar entre Morondava au sud-ouest et le cap Saint-Sébastien au nord (ORSTOM, 1978).

La pêche des crevettes alimentaires est surtout pratiquée dans les baies du nord-ouest du canal de Mozambique, sur les vases situées à proximité des mangroves. La crevette qui a la plus large répartition, et qui est aussi la plus importante économiquement, est *Penaeus indicus* (FOURMANOIR, 1952).

I.3. Critères microbiologiques des produits halieutiques

Des critères ont été mis en place par différentes Organisations ou Sociétés pour évaluer la norme des germes microbiologiques contenus dans les produits halieutiques. Les critères appliqués par FCD (FCD, 2020) et les critères appliqués par le Ministère de la pêche malagasy sont appliqués par ces organisations à Madagascar.

I.3.1. Critères FCD des produits halieutiques

La démarche HACCP est fondamentale pour assurer l'acceptabilité des procédés et, de manière préventive, la sécurité des denrées alimentaires. Dans ce contexte, la détermination des critères microbiologiques pertinents applicables aux produits dans leur conditionnement initial est un des outils nécessaires pour vérifier l'efficacité des mesures prises dans le cadre du plan de maîtrise sanitaire des produits proposés au client (FCD, 2020). Les résultats d'analyses microbiologiques réalisées par les anciens membres de la Fédération sur quatre années dans le cadre de leurs autocontrôles ont été mutualisés en 2007. Cette base de données a permis de définir des valeurs et des critères. Dans certains cas, les historiques de résultats permettent de ne pas retenir certains microorganismes qui ont été considérés comme non pertinents. Par ailleurs, par manque de données historiques, d'autres critères ont été proposés à titre temporaire (FCD, 2020).

Les distributeurs ont évalué, selon les cas, la pertinence du critère ou la valeur du critère au regard de leurs résultats d'autocontrôles après une période de test d'environ douze mois et ont fait évoluer l'outil en fonction des conclusions, et de la concertation avec les syndicats professionnels de la production ou de la transformation.

Un premier tableau applicable en 2010 a résulté de cette révision. En 2014 les distributeurs et certains secteurs professionnels ont souhaité réviser certains critères. En se basant sur les historiques de résultats des distributeurs ou des industriels obtenus depuis 2010, une nouvelle version des critères est adoptée et applicable au 1^{er} janvier 2015. De la même façon, en 2018 les distributeurs et certains secteurs professionnels ont souhaité réviser certains critères.

En se basant sur les historiques des résultats des distributeurs ou des industriels obtenus depuis 2015 ou encore sur l'évolution de la réglementation, une nouvelle version des critères a été adoptée et applicable au 1^{er} janvier 2020. Le règlement (CE) n°2073/2005 définit au niveau européen des critères de sécurité des produits et d'hygiène des procédés applicables à certaines denrées alimentaires. Ces critères ne sont pas suffisants pour permettre un suivi des procédés utilisés par les fournisseurs.

À ce titre, certains syndicats professionnels de la production ou de la transformation (au sens générique) ont proposé dans le cadre de leurs interprofessions des critères d'hygiène des procédés applicables, soit au stade de la fabrication, soit au stade de la DLC (Date limite de Consommation)/DLUO (Date limite d'Utilisation Optimale). Ces propositions ont été largement reprises par le groupe de travail de la FCD (Fédération Commerciale Distributeur) pour l'élaboration des présents critères. Ces critères d'hygiène des procédés supplémentaires figurent dans l'**annexe 4**.

I.3.2. Critères du Ministère de la Pêche Malagasy

Le **tableau 2** suivant montre les critères microbiologiques recommandés par le Ministère de la Pêche Malagasy en germes indices d'hygiène des produits marins destinés à l'alimentation humaine.

Tableau 2. Critères microbiologiques des produits marins

Produit	Flore totale mésophile 30 °C/g	Coliformes thermotolérants/g	<i>Staphylococcus aureus</i>/g	Anaérobies sulfitoréductrices 46°C/g
Crabes morceaux crus congelés	m=10 ⁶ M=5 m n=5 c=2	m=10 M=5 m n=5 c=2	m=10 ² M=10 m n=5 c=2	m=2 M=10 m n=5 c=2

Source : Ministère de la Pêche malagasy (2010)

N = Nombre d'unités dont se compose l'échantillon ; **m** = Seuil limite en dessous duquel tous les résultats sont considérés comme satisfaisants ; **M** = Seuil d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants et **c** = Nombre d'unités d'échantillonnage donnant des valeurs comprises entre m et M.

I.3.3. Caractéristiques des germes des produits halieutiques

Pour que ce critère soit acceptable, il faut faire une analyse microbiologique. Les méthodes d'analyse microbiologique pour ces coproduits reposent sur le dénombrement des germes, telles que : *Escherichia coli*, *Salmonella*, Flore aérobie 30 °C, Vibron pathogène et *Clostridium perfringens*. Ces bactéries sont, souvent, rencontrées dans les produits halieutiques, tels que les crabes et les crevettes, alors qu'ils sont généralement pathogènes à l'organisme humain et même des animaux. Quelques caractéristiques de ces bactéries sont abordées. Les recommandations de ces critères sont en **annexe 4**.

I.3.3.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli (*E. coli*), producteur de shigatoxines, est une bactérie que l'on trouve couramment dans le tube digestif de l'être humain et des animaux à sang chaud. La plupart des souches sont inoffensives. En revanche, des germes peuvent provoquer de graves maladies d'origine alimentaire. La transmission à l'homme passe principalement par la consommation d'aliments contaminés, comme de la viande hachée crue ou mal cuite, du lait cru, des légumes crus et des graines germées contaminés (<<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>). La **photo 3** ci-après présente la forme et les caractéristiques du germe *Escherichia coli*.



Photo 3. *Escherichia coli*

Source : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

I.3.3.2. *Salmonella*

Salmonella est un genre de bacilles à gram négatif appartenant à la famille des Entérobactéries. Au sein de deux espèces, *Salmonella bongori* et *Salmonella enterica*, on a identifié plus de 2500 sérotypes différents. Ce sont des bactéries omniprésentes et résistantes, qui peuvent survivre pendant plusieurs semaines dans un environnement sec et plusieurs mois dans l'eau. Parmi elles, *Salmonella typhi* et *paratyphi* sont responsables de la fièvre typhoïde. (<http://static4.bigstockphoto.com/thumbs/2/5/4/small2/4526134.jpg>).

À noter que 90 % des reptiles, des oiseaux et des animaux de compagnie sont porteurs de Salmonelles et qu'ils peuvent la transmettre à leur propriétaire. Pour ce qui est des Salmonelles responsables de la fièvre typhoïde et paratyphoïde, 17 millions d'infections sont recensées chaque année dans le monde, cette fois, surtout dans les pays pauvres (<http://static4.bigstockphoto.com/thumbs/2/5/4/small2/4526134.jpg>).

La salmonellose désigne l'ensemble des maladies infectieuses causées par *Salmonella*. La plupart des cas de salmonellose sont bénins, mais il arrive, parfois, que la maladie engage le pronostic vital. La gravité de l'affection dépend de facteurs liés à l'hôte et du sérotype de la salmonelle.

La salmonellose se caractérise habituellement par : une apparition brutale de fièvre, des douleurs abdominales, de la diarrhée, et des nausées et parfois des vomissements. Les symptômes sont, en général, relativement bénins et, dans la majorité des cas, les patients guérissent sans traitement particulier. Dans certains cas, cependant, notamment chez les très jeunes enfants et les personnes âgées, la déshydratation associée peut devenir grave et engager le pronostic vital.

La salmonellose est une infection toujours causée par l'ingestion de salmonelles, particulièrement la consommation d'aliments contaminés comme des œufs, les viandes rouges, les volailles, les fruits de mer (<http://static4.bigstockphoto.com/thumbs/2/5/4/small2/4526134.jpg>). La **photo 4** montre les caractéristiques du germe *salmonella*.



Photo 4. *Salmonella*

Source : <http://static4.bigstockphoto.com/thumbs/2/5/4/small2/4526134.jpg>

I.3.3.3. Flores totales

Ce sont des germes qui se développent en présence d'air (aérobie) à température moyenne (mésophile : 25 – 30 °C). Ces caractéristiques sont celles de la méthode d'analyses en laboratoire. Elles correspondent à des conditions optimales de développement de ces germes microbiens, appelés aussi germes microbiens d'altération (https://fr.wikipedia.org/wiki/Flore_m%C3%A9sophile_a%C3%A9robique_totale).

Les aliments les plus souvent contaminés sont tous les aliments (denrées alimentaires) prêts à consommer susceptibles d'avoir été conservés dans des conditions de température trop élevée et/ou de durée trop longue.

Selon l'ordonnance hygiénique, cela concerne aussi bien les aliments cuits (tolérance : 1 million par gramme) que les produits mélangés (tolérance : 10 millions par g). À partir de 100 millions de germes par g d'aliment, celui-ci est considéré comme altéré et impropre à la consommation (FAO, 2012).

Les Flores totales ont de nombreux facteurs de contaminer une denrée alimentaire, notamment :

- Contact avec du matériel et des ustensiles mal lavés ou désinfectés ;
- Utilisation de torchons à usage multiple ;
- Manipulation des denrées avec des mains non lavées ;
- Cuisson insuffisante ;
- Refroidissement trop lent avant conservation ;
- Conservation à température trop élevée ou trop longue.

La Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'*UFC* (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30 °C, ce qui permet de dénombrer trois grands types de flore (ISO,4833) :

- La flore thermophile, température optimale de croissance à 45 °C ;
- La flore mésophile, température optimale de croissance entre 20 °C et 40 °C ;
- La flore psychrophile, température optimale de croissance à 20 °C.

Comme il s'agit d'un milieu ordinaire, la plupart des micro-organismes peuvent se développer, sauf ceux qui sont exigeants et les micro-organismes anaérobies stricts. Il est donc préférable de parler de Flore Mésophile Aérobie à 30 °C que de « Flore totale ».

L'unité est l'UFC (Unité Formant Colonie), car une colonie observable sur la gélose peut venir d'un micro-organisme isolé, d'une spore ou encore d'une association de micro-organismes (ISO, 4833). La **photo 5** montre les colonies de germes Flore totales dans la boîte de pétri vue au microscope électronique.



Photo 5. Flore totale

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Flore>

1.3.3.4. *Vibrio* pathogène

Les bactéries du genre *Vibrio* appartiennent à la famille des Vibrionaceae. Ce sont de petits bacilles, de formes fréquemment incurvées dites « en virgule », extrêmement mobiles. L'espèce la plus connue du genre *Vibrio* est *Vibrio cholerae* : agent responsable du choléra. Il y a une vingtaine d'espèces du genre *Vibrio* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrio>). Les maladies d'origine alimentaire peuvent être provoquées par des virus, des bactéries ou des parasites et elles sont généralement accompagnées d'une diarrhée et de vomissements occasionnels. Les gens les confondent souvent avec d'autres maladies. Les bactéries *Vibrio alginolyticus*, *V. fluvialis* et *V. vulnificus*, qui sont également présentes dans les eaux côtières canadiennes, peuvent se transmettre par la consommation de fruits de mer qui peuvent également provoquer des maladies (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrio>). Les gens deviennent généralement infectés par la bactérie *V. cholerae* lorsqu'ils voyagent dans des pays tropicaux et qu'ils consomment des aliments ou des boissons contaminés. La bactérie cause le choléra, une maladie gastro-intestinale souvent grave.

Le choléra est une maladie qui sème l'inquiétude à l'échelle mondiale et certaines souches continuent de se propager dans différents pays. Les aliments et l'eau peuvent devenir contaminés par un contact avec l'un ou l'autre des éléments suivants : des vomissures infectées, des selles contaminées, des mains malpropres ou des moustiques. La **photo 6** présente les caractéristiques du germe *Vibrio* (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrio>).



Photo 6. *Vibrio*

Source : (<<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrio>>)

Clostridium perfringens est un bacille Gram positif. La bactérie est immobile, sporulée et anaérobie stricte. Elle produit des nécros toxine, provoquant ainsi l'entérite nécrosante. La toxine majeure la plus fréquente est la toxine alpha, essentiellement produite par *Clostridium perfringens* type A. Cette toxine est impliquée dans de très nombreux cas de gangrène chez les animaux et l'humain. Seule ou en association avec d'autres toxines, elle cause également des mortalités brutales chez les porcs et les ruminants. (<<http://medicalpicturesinfo.com/wpcontent/uploads/2011/08/Clostridium-perfringens-6-150x150.jpg>>).

Les *Clostridium perfringens* ont des rôles pathogènes : plusieurs espèces de clostridies telluriques et fécales quand elles sont introduites dans des tissus où elles trouvent les conditions d'anaérobiose nécessaires à leur développement, déclenchent la *gangrène gazeuse*. C'est un processus d'infection locale intense, accompagné de phénomènes généraux graves dus aux toxines résorbées. Il s'agit généralement de plaies profondes, atteignant les plans musculaires et comportant des tissus dévitalisés. Expérimentalement, il faut mille fois moins de clostridies pour déclencher l'infection dans des tissus dévitalisés que dans des tissus normalement irrigués et un million de fois moins s'il y a en outre des corps étrangers (<http://medicalpicturesinfo.com/wpcontent/uploads/2011/08/Clostridium-perfringens-6-150x150.jpg>).

Une fois déclenché, le processus infectieux entraîne rapidement un cercle vicieux : les toxines nécrosantes augmentent la quantité de tissus dévitalisés (myonécrose) ; les hyaluronidases et collagénases favorisent la propagation des germes dans les tissus ; le dégagement de gaz, en comprimant les vaisseaux sanguins, augmente l'anoxie et l'anaérobiose et supprime l'apport par voie sanguine des substances de défense et

antibiotiques, ce qui peut entraîner la nécessité d'amputations importantes. La **photo 7** indique les caractéristiques de germe *Clostridium perfringens* (<<http://medicalpicturesinfo.com/wpcontent/uploads/2011/08/Clostridium-perfringens-6-150x150.jpg>>.



Photo 7. *Clostridium perfringens*

Source : DAIRY, 2020

1.3.3.6. *Streptococcus lutetiensis*

Streptococcus lutetiensis, anciennement appelé *Streptococcus bovis* de type II/1, a rarement associé la mammite bovine (DAIRY, 2020). *Streptococcus bovis*, classé comme un streptocoque non entérocoque du groupe D, est systématiquement détecté chez les patients humains dans le cadre du microbiote intestinal (NOBLE, 1978). Basé sur la fermentation du mannitol et les activités β -glucuronidase, *S. bovis* a été divisé en 3 biotypes : (1) le type I comprend *Streptococcus gallolyticus* ssp. *gallolyticus*; le type II/1 comprend *S. lutetiensis* et *Streptococcus infantarius*; et le type II/2 comprend *S. gallolyticus* ssp. *pasteurianus* (FACKLAM, 2002 ; POYART *et al.*, 2002 ; SCHLEGEL *et al.*, 2003).

Chez l'homme, *S. lutetiensis* a été détecté chez un patient atteint d'endocardite (CHONGPRASERTPON *et al.*, 2019) ; isolé d'un enfant souffrant de diarrhée (JIN *et al.*, 2013) ; et (3) présent dans des échantillons de sang d'un patient atteint de cholangite (ALMUZARA *et al.*, 2013). Chez les animaux, PIVA *et al.*, (2019) ont signalé l'isolement de *S. lutetiensis* d'un chat atteint d'un lymphome intestinal. En février 2019, un grand nombre de streptocoques du groupe D ont été isolés chez des vaches atteintes de mammite bovine clinique dans une ferme laitière commerciale d'une province du nord de la Chine ; ceux-ci ont finalement été identifiés comme *S. lutetiensis* par analyse de séquençage de l'ARNr 16S (FRANK *et al.*, 2008 ; PIVA *et al.*, 2019).

Bien que cette bactérie n'ait que rarement été associée à la mammite bovine, le taux élevé d'isolement de *S. lutetiensis* sur cette ferme laitière justifiait une enquête plus approfondie (YU *et al.*, 2021).

Streptococcus lutetiensis est connu pour provoquer une septicémie chez les adultes, mais un seul cas concernant une septicémie néonatale a été signalé internationalement, sans séquelle (YU *et al.*, 2021).

I.4. Valeur nutritionnelle des crabes et des crevettes

I.4.1. Valeur nutritionnelle des crabes entiers et des crevettes entières

Les produits halieutiques, y compris les crevettes et les crabes, sont parmi des sources alimentaires importantes. Le **tableau 3** ci-dessous montre la qualité nutritive de crevettes entières et des crabes entiers.

Tableau 3. Valeur nutritive de crevettes entières et de crabes entiers

Nutriments	Crevettes entières pour 100 g	Crabes entiers pour 100 g
Protéines	21,4 g	19,5 g
Lipides	0,0 g	2,86 g
Glucides	0,9 g	0,03 g
Cendre brute	x	x
Humidité	75 g	63,8 g
Calcium	28 mg	28,1 mg
Magnésium	16 mg	53,6 mg
Phosphore	23 mg	108,8 mg
Fer	15 mg	2,4 mg
Vitamine C	0 mg	6,1 mg

Source : www.yazio.com/fr/aliments/crabe-des-neige-cuit.html

Les crevettes entières présentent 21,4 g de protéines pour 100 g d'échantillons (www.yazio.com/fr/aliments/crabe-des-neige-cuit.html) alors les crabes entiers apportent 19,5 % de protéines. Par contre, les crabes sont plus riches en élément minéraux par rapport aux crevettes entières (**Tableau 3**).

I.4.2. Valeur nutritionnelle de sous-produits des crevettes et des crabes

Si les crevettes entières et les crabes entiers présentent des qualités nutritionnelles intéressantes, leurs sous-produits apportent aussi des teneurs en eau, en protéines, en lipides totaux et en cendres brutes importantes (**Tableau 4**).

Tableau 4. Composition biochimique des têtes de crevettes et des carapaces de crabes

Paramètres	Moyenne en g/100 g d'échantillon $\pm$ écart-type	
	Têtes de crevettes	Carapaces de crevettes
Humidité	75,74 $\pm$ 0,02	63,89 $\pm$ 0,53
Protéines	14,85 $\pm$ 0,66	18,53 $\pm$ 0,09
Lipides	1,48 $\pm$ 0,22	0,84 $\pm$ 0,07
Cendres	6,49 $\pm$ 0,05	10,92 $\pm$ 0,77

Source : RAVONINJATOVO M *et al*, 2014

La **figure 1** ci-dessous montre les qualités nutritionnelles des têtes de crevettes collectées dans les bazars Ambohimandamina et Tsaramandroso de la ville de Mahajanga (ANDRINIAINA, 2020).

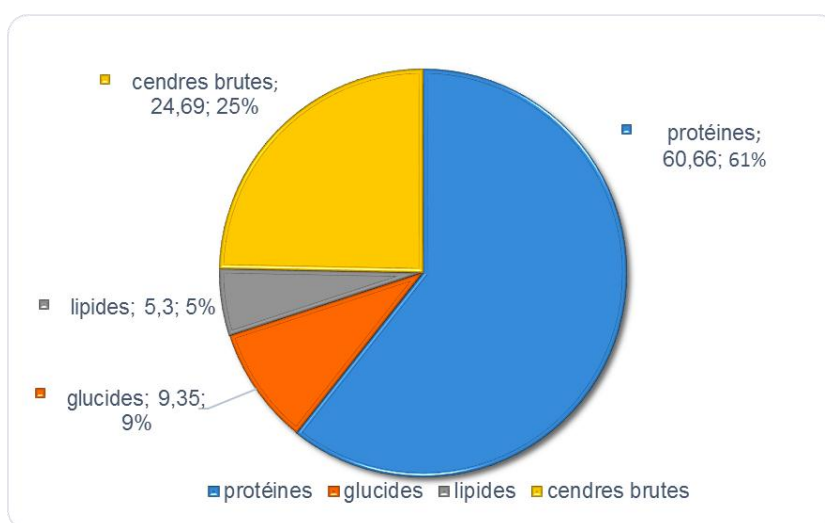


Figure 1. Valeur nutritionnelle des têtes de crevettes

Source : ANDRINIAINA, 2020

Les têtes de crevettes dans les bazars de la ville de Mahajanga contiennent 66,66% de protéines, 24,69% en teneur de cendre brutes, 9,35 % de glucides et 5,3 % de lipides.

I.5. Modes de traitements des crabes et des crevettes

L'habitude des gens à la cuisine est de traiter les crevettes par étêtage et les crabes par décorticage avant ou après cuisson. Ils accompagnent ces plats avec du bouillon sauce et à la fois de « romazava » simple ou avec quelques ingrédients. A la brousse, particulièrement à Madagascar, les femmes des foyers utilisent les crevettes entières comme bouillon simple sans tomate ni oignon.

La majorité des restaurants ont l'habitude de traiter les produits halieutiques par étêtage, décorticage. Les traitements sont réalisés à température ambiante avec de l'eau.

Le décorticage et l'extraction de la chair de crabe : les pattes sont séparées du corps, puis déposées dans un plat et acheminées vers les rouleaux extracteurs de chair. Les corps sont décortiqués manuellement après la séparation des pattes. C'est à l'aide d'une fourchette à deux dents que la chair est retirée de la carapace au niveau de l'abdomen. Pour ce qui est des pinces et des bras, il faut d'abord fêler la carapace sans briser la chair, puis on retire la chair à l'aide de la fourchette à deux dents ; le lavage et l'égouttement : après l'extraction, (pince et bras) doit être lavée à l'eau froide afin d'enlever toute trace de foie, de sang coagulé ou autres.

Après le lavage, le produit doit être soigneusement égoutté ; la pesée et la mise en boîte : on place la chair et on recouvre d'une saumure. Après l'opération de sertissage, les conserves sont stérilisées ou soumises à une congélation rapide, puis entreposées dans une chambre où la température est maintenue à -27°C. Ce dernier produit est appelé conserve froide (CONSTANTIN, 1994). À Madagascar, le décorticage et l'étêtage constituent généralement les traitements subis par les crabes et les crevettes.

I.6. Sous-produits des crabes et des crevettes

Les têtes de crevettes, les carapaces de crevettes, les carapaces de crabes et les têtes de poisson sont généralement devenues sous-produits halieutiques.

Les sous-produits des crabes et des crevettes sont généralement rejetés dans la poubelle ou dans bacs à ordures mais quelques personnes les utilisent comme aliments des animaux ou des engrais. Des chercheurs font des études pour valoriser les sous-produits halieutiques comme aliment additif pour les hommes (PENVEN *et al.*, 2017).

Une extraction des produits chitineux à partir des sous-produits aquacoles, et plus précisément les écailles de Tilapia, afin de définir l'extraction des polysaccharides dans le Tilapia (BENROUAG et GUENDAFA, 2018).

Les farines des poissons renferment jusqu'à 85 % de teneur en protéine (PATRICK et YVES, 1983). La farine de poisson est l'une des principales sources de protéines animales utilisées par l'élevage : en 1980, la production mondiale de cette farine a été de l'ordre de 4 600 000 t. Parmi les principaux producteurs figurent le Japon, l'URSS, le Chili et le Pérou (PATRICK et YVES, 1983).

Les sous-produits halieutiques sont utilisés dans les domaines élevage selon l'étude réalisée par un étudiant en Master II, du Parcours de Sciences et Techniques de Traitement des Déchets (STTD) au sein de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnements (BSE) de la Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnements (FSTE) de l'Université de Mahajanga (ARISTIDE, 2019). Son travail de recherche a été intitulé « Fabrication de la provende à base des têtes de crevettes collectées aux marchés de la ville de Mahajanga pour l'alimentation des poulets locaux ».

I.7. Autolyse

L'autolyse est une hydrolyse enzymatique par les enzymes endogènes naturellement présentes dans le substrat. Les enzymes protéases endogènes des crevettes, présentes dans leur système digestif, sont composées de la pepsine, de la trypsine et de la chymotrypsine. Elles se distinguent les unes des autres par leurs propriétés biochimiques et catalytiques. Le produit ainsi obtenu est appelé autolysat (IFREMER, 2012). Les autolysats sont généralement des liquides, assez visqueux, riches en acides aminés libres et en petits peptides (ZELAZKO *et al*, 2008).

Afin d'extraire les protéines de produits solides ou semi-solides, la première étape consiste à les solubiliser dans un solvant approprié. L'objectif de cette première étape est donc de faire passer sélectivement la fraction protéique d'intérêt en solution et de maintenir les autres constituants en suspension. Le choix du solvant dépend de sa capacité à solubiliser la ou les fractions de protéines ciblées. Par exemple, il est connu qu'on peut fractionner une solution protéique en utilisant de l'eau distillée (albumines), une solution 5 % de NaCl (globulines), une solution eau-éthanol à 60-90 % (prolamines ou gliadines), ou encore une solution de 0,4 % de NaOH (glutélines) (SELMANE, 2010).

I.7.1. Intérêt de l'autolyse

L'hydrolysats se présente sous forme de farines solubles avec une granulométrie très fine. Cette substance farineuse, ayant une teneur en protéines de 73 à 85 %, est utilisée, entre autres, en aquaculture et dans l'alimentation des jeunes animaux d'élevage afin de favoriser leur croissance. (GBOGOURI, 2005 ; IFREMER, 2010)

Le mot autolyse est une destruction des tissus vivants par leurs propres enzymes, sans agent extérieur : cadavres, fruits en post maturité (www.autolyse/wikipedia.org). Elle désigne l'autodestruction (du grec αὐτο- auto- « soi-même » et λύσις / lysis « dissolution »). Le terme est notamment utilisé en psychologie (ou en médecine) pour désigner le suicide, en médecine légale pour désigner une modification naturelle de destruction du corps après la mort, et en biologie pour désigner l'autodestruction de cellules (mort cellulaire). Les différents types de mort cellulaire, nécrose (mort non programmée) ou apoptose (mort programmée), sont à distinguer de l'autolyse qui est une autodestruction cellulaire ou tissulaire qui survient après la mort ou par modification de la signalisation cellulaire au niveau de récepteurs membranaires (www.autolyse/wikipedia.org). L'autolyse aseptique est obtenue en laissant simplement se dégrader l'organe par mort des cellules en conditions stériles (www.autolyse/wikipedia.org). En biologie, le résultat d'une autolyse est un autolysat, qui est parfois utilisé en homéopathie (www.autolyse/wikipedia.org). Par exemple, c'est un autolysat de cœur et de foie de canard qui est utilisé pour fabriquer l'oscilloccinum (www.autolyse/wikipedia.org). L'autolyse est utilisée en boucherie, car la viande cuite juste après l'abattage se révèle dure à manger. Pour l'attendrir, il faut attendre quelques jours durant lesquels se produit le début de dégradation des cellules : c'est la phase de maturation (www.autolyse/wikipedia.org).

1.7.2. Importance de l'autolyse

Des chercheurs ont utilisé cette méthode par des enzymes pour faire l'extraction (pepsine, trypsine...) (NGUYEN, 2009). Il est possible d'utiliser les co-produits halieutiques comme matière première des arômes dans les soupes, les sauces, les plats cuisinés... Pour cette transformation, deux méthodes existent : les matières premières sont séchées par cuisson, puis broyées. Le résultat obtenu est une poudre aromatique peu soluble. Les matières premières sont additionnées d'eau. L'eau est ensuite récupérée et concentrée. Après cette dernière opération, les matières organiques dissoutes sont séchées, afin d'obtenir des extraits solubles (NGUYEN, 2009).

1.8. Généralités sur les protéines

1.8.1. Définition des protéines

Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Ce sont des polymères, formées d'une ou de plusieurs chaînes polypeptidiques. Chacune de ces chaînes est constituée de l'enchaînement de résidus d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques (<https://www.futura-sciences.com>). L'hydrolyse des protéines peut donc libérer des acides aminés et des peptides.

1.8.2. Caractéristiques des acides aminés

Un acide aminé est un acide carboxylique qui possède également un groupe fonctionnel amine. De tels composés organiques ont donc à la fois un groupe carboxyle – COOH, un groupe amine, par exemple une amine primaire-NH₂ ou une amine secondaire – NH⁻.

Dans le monde vivant, on connaît environ 500 acides aminés, dont environ 149 sont présents dans les protéines (wiki/acide aminé). Ces acides aminés peuvent être classés de nombreuses manières différentes. On les classe, ainsi, souvent en fonction de la position du groupe amine par rapport au groupe carboxyle en distinguant, par exemple, les acides α-aminés, β-aminés, γ-aminés ou δ-aminés ; on peut également les classer en fonction de leur polarité, de leur point isoélectrique ou de leur nature aliphatique, aromatique, cyclique ou à chaîne ouverte, voire de la présence de groupes fonctionnels autres que le carboxyle et l'amine qui définissent cette classe de composés (TOUAHRIA, 2018).

En biochimie, les acides α-aminés jouent un rôle crucial dans la structure, le métabolisme et la physiologie des cellules de tous les êtres vivants connus, en tant que constituants des peptides et des protéines. Ils constituent, à ce titre, l'essentiel de la masse du corps humain après l'eau. Ils présentent, à de rares exceptions près, une structure générique du type **H₂N–HCR–COOH**, où R est la chaîne latérale identifiant l'acide α-aminé.

Toutes les protéines de tous les êtres vivants connus ne sont constituées — à quelques exceptions près — que de 22 acides aminés différents, parfois légèrement modifiés, dits acides aminés protéinogènes. Parmi ceux-ci, 19 acides aminés ne contiennent que quatre éléments chimiques : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote ; deux acides aminés contiennent, en plus, un atome de soufre, et un acide aminé assez rare contient un atome de sélénium. Ces acides aminés forment de longs biopolymères linéaires, appelés polypeptides, dans lesquels les monomères sont unis entre eux par des liaisons peptidiques.

Un acide aminé engagé dans une ou deux liaisons peptidiques au sein d'un polypeptide est un résidu d'acide aminé (https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9).

L'ordre dans lequel ces résidus se succèdent dans les polypeptides est la séquence peptidique et est déterminé par les gènes à travers le code génétique qui établit une relation entre les codons de trois bases nucléiques et chacun de ces résidus (https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9). La structure générique d'un acide L-α-aminé, classe d'acides aminés majeure en biochimie entrant notamment dans la constitution des protéines.

- À $\text{pH} < 2,2$: les acides α -aminés présentent un groupe carboxyle $-\text{COOH}$ neutre et un groupe ammonium $-\text{NH}_3^+$ chargé positivement, l'ensemble ayant une charge électrique globale $+1$;

- À $\text{pH } 2,2 < \text{pH} < 9,4$: les acides α -aminés présentent un groupe carboxylate $-\text{COO}^-$ chargé négativement et un groupe ammonium $-\text{NH}_3^+$ chargé positivement, l'ensemble étant globalement neutre ;

- À $\text{pH} > 9,4$: les acides α -aminés présentent un groupe carboxylate $-\text{COO}^-$ chargé négativement et un groupe amine $-\text{NH}_2$ neutre, l'ensemble ayant une charge électrique globale -1 .

La présence de deux groupes fonctionnels portant des charges électriques opposées $+1$ et -1 sur des atomes non adjacents définit un zwitterion.

La forme non ionisée des acides aminés est une espèce chimique extrêmement minoritaire en solution aqueuse, moins de 0,1 ppm, puisque, généralement, au moins l'un des deux groupes est ionisé.

Les acides aminés sont également présents sous forme de zwitterions en phase solide et ils cristallisent en présentant des propriétés semblables aux cristaux de sel, contrairement à la plupart des acides et amines organiques

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9).

Un acide aminé essentiel, ou acide aminé indispensable (en anglais : IAA), est un acide aminé qui ne peut être synthétisé de novo par l'organisme ou qui est synthétisé à une vitesse insuffisante, et doit donc être apporté par l'alimentation, condition nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme (https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9).

Chez l'humain, neuf acides aminés sont considérés comme essentiels : le tryptophane, la lysine, la méthionine, la phénylalanine, la thréonine, la valine, la leucine, l'isoleucine et l'histidine. La tyrosine et la cystéine ne sont pas considérées comme indispensables au sens strict, car elles peuvent être synthétisées par l'organisme à partir d'un autre acide aminé, respectivement la phénylalanine et la méthionine. Deux acides aminés supplémentaires sont en outre, considérés comme essentiels uniquement pour l'enfant : l'arginine et la glutamine (https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9_essentiel).

Le concept d'essentialité doit, toutefois, être relativisé : en effet, certains acides aminés classés non essentiels peuvent être considérés comme essentiels, lorsque l'organisme ne les synthétise pas suffisamment, en raison d'une affection physiologique ou d'un dérèglement organique ou fonctionnel. Ainsi, la cystéine, la glycine, la tyrosine, la proline,

la glutamine et l'arginine peuvent devenir limitantes dans certaines conditions physiologiques, par exemple chez les prématurés : ces acides aminés sont, de ce fait, qualifiés de « conditionnellement essentiels ». Les personnes atteintes de phénylcétonurie doivent réduire l'absorption de phénylalanine, or cet acide aminé est précurseur de la tyrosine. Cette dernière ne peut alors plus être synthétisée et devient essentielle (https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9_essentiel). La **figure 2** présente la structure de l'acide aminé.

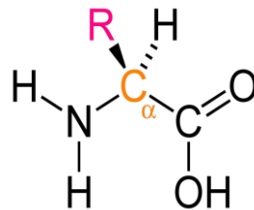


Figure 2. Structure générale d'un acide aminé

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9

Le **tableau 5** présente les doses journalières recommandées pour les adultes (mg/kg) selon l'OMS, FAO et l'ONU (mg/kg) des acides aminés

Tableau 5. Liste des acides aminés essentiels chez l'humain

Acides aminés	Doses journalières recommandées pour les adultes selon l'OMS, FAO et l'ONU (mg/kg)	Valeur pour un adulte de 70 kg (mg)
Phénylalanine (avec la tyrosine)	25	1 750
Leucine	39	2 730
Méthionine (avec la cystéine)	15	1 050
Lysine	30	2 100
Isoleucine	20	1 400
Valine	26	1 960
Thréonine	15	1 050
Tryptophane	4	280
Histidine	10	700

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9_essentiel

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

FAO : Food and Agriculture Organisation

ONU : Organisation des Nations Unis

L'estimation des besoins quotidiens en acides aminés indispensables s'est avérée difficile ; ces chiffres ont subi une révision considérable au cours des 20 dernières années. Le **tableau** suivant donne une liste des recommandations actuelles par l'OMS et les États-Unis pour les acides aminés essentiels chez un homme adulte de 70 kg (**Tableau 6**).

Tableau 6. Acides aminés et recommandations des OMS et des États-Unis

Acide aminés	OMS mg par kg	OMS mg pour 70 kg	Valeur mg par kg
Histidine	10	700	14
Isoleucine	20	1400	19
Leucine	39	2730	42
Lysine	30	2100	38
Méthionine+ Cystéine	10,4 + 4,1 (15 total)	1050 total	19 total
Phénylalanine+ Tyrosine	25 (total)	1750 total	33 total
Thréonine	15	1050	20
Tryptophane	4	280	5
Valine	26	1820	24

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9_essentiel

OMS : Organisation des Nations Unies

I.9.Toxicité des aliments

La toxicologie est depuis longtemps reconnue comme étant la science des poisons. Elle étudie les effets nocifs des substances chimiques sur les organismes vivants. Elle fait appel à une multitude de connaissances scientifiques (BACHTARZI, 2023) :

- **Biologiques** : Pour mettre en évidence les désordres et les modifications chimiques de l'organisme.

- **Pharmacodynamiques** : pour expliquer les processus intimes des modes d'action des différents toxiques.

- **Chimiques analytiques et physiques** : pour la mise en évidence des toxiques. Le terme de toxique dérive d'ailleurs du mot grec « toxon,» qui signifie arc et «logos»...discours. L'emploi de ces poisons à des fins criminelles se poursuivra au cours du Moyen Âge et de la renaissance, ce n'est qu'au début du XVIIIème siècle et notamment au XIX^{-ème} siècle que la toxicologie devient réellement une discipline scientifique. À partir du 19^{-ème} siècle, la toxicologie est devenue une science sérieuse avec des bases scientifiques (BACHTARZI, 2023).

La toxicologie est depuis longtemps reconnue comme étant la science des poisons. Elle étudie les effets nocifs des substances chimiques sur les organismes vivants. Elle fait appel à une multitude de connaissances scientifiques. Les principes généraux ont déterminé la dose absorbée par un organisme (MIOSSEC *et al.*,1998).

I.9.1. Toxicité aiguë

La toxicité aiguë est la toxicité induite, dans un court laps de temps (ex 24 h), par l'administration d'une dose unique (éventuellement massive) ou de plusieurs doses acquises dans ce laps de temps d'un produit ou mélange toxique (naturel ou chimique), par opposition à la toxicité chronique. C'est l'un des facteurs pris en compte pour l'étiquetage de danger des produits chimiques (https://fr.wikipedia.org/wiki/Toxicit%C3%A9_aigu%C3%AB).

Elle est parfois décrite comme la dose qui risque à 50 % de tuer un être vivant. Elle est parfois notée DL50 (dose létale médiane). En Europe, pour l'AEPC, la toxicité aiguë est la somme des « effets indésirables qui se manifestent après administration, par voie orale ou cutanée, d'une dose unique d'une substance ou d'un mélange, ou de plusieurs doses réparties sur un intervalle de temps de 24 heures, ou à la suite d'une exposition par inhalation de quatre heures » (ECHA, 2017).

I.9.2. Toxicité chronique

La toxicité chronique, c'est-à-dire le développement d'effets néfastes résultant de l'exposition à long terme à un contaminant ou à un autre facteur de stress, est un aspect important dans la toxicologie aquatique. Les effets néfastes associés à cette toxicité peuvent être directement mortels mais ne sont plus souvent que sublétaux ; il s'agit notamment de changements dans la croissance, la reproduction ou le comportement. La toxicité chronique s'oppose à la toxicité aiguë, qui se produit sur une période plus courte et à des concentrations plus élevées. Il est possible de réaliser différents tests de toxicité pour évaluer la toxicité chronique de différents polluants, et ils s'étendent généralement sur au moins 10 % de la durée de vie d'un organisme.

« https://fr.wikipedia.org/wiki/Toxicit%C3%A9_chronique ».

DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1. Matériels

Cette section nous montre les divers matériels utilisés lors de la préparation et la rédaction de ce mémoire.

II.1.1. Documents dans des bibliothèques et des sites web de l'Internet

Pour rechercher des documents ayant le lien à notre thème durant la réalisation de cette étude, des bibliothèques ont été visitées. Les différents types des documents consultés sont des fiches techniques et des ouvrages. Les bibliothèques que nous avons visitées sont principalement : bibliothèque Universitaire au campus d'Ambondrona, ainsi que bibliothèque du Parcours de Biochimie Microbiologie et Biotechnologie Appliquées (BMBA), de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnement (BSE) au campus d'Ambondrona.

L'Internet est un réseau informatique de recherche documentaire et de la collecte des données. Des documents existant dans des sites Web de l'internet ont été consultés pour collecter des informations intéressantes concernant notre thème. Ces documents ont été obtenus à partir des moteurs de recherche standards et spécifiques, tel que « Google scholar ». Les différents types de documents consultés sont des articles, des Mémoires et des Thèses.

II.1.2. Matériels biologiques

Les matériels biologiques utilisés durant la réalisation de ce travail de recherche sont les têtes de crevettes, les carapaces de crabes, les feuilles de manioc et les catelless. Ces matériels ont été collectés dans la ville de Mahajanga. Mais les principales études se concentrent sur les têtes de crevettes *Penaeus indicus*. La **photo 8** ci-après présente les têtes de crevettes étudiées.



Photo 8. Têtes de crevettes *Penaeus indicus*

II.1.3. Matériels d'enquêtes

Pour rechercher des informations concernant les têtes de crevettes et les carapaces des crabes étudiées, des fiches d'enquêtes (**Annexe 5**) ont été utilisées pour enregistrer des informations venant de personnes enquêtées.

II.1.4. Matériels de collectes des échantillons

Afin d'éviter des contaminations externes, deux types de matériels ont été utilisés durant la collecte des échantillons. Ce sont les sachets alimentaires stériles : et de la glacière. Des sachets alimentaires stériles ont été utilisés pour sécuriser les échantillons en évitant toute contamination microbienne durant le transport. En plus, une glacière constitue un matériel de collecte pour conserver l'état initial de l'échantillon durant le transport au laboratoire.

II.1.5. Matériels de laboratoire

Des matériels de laboratoire de biochimie et de microbiologie ont été utilisés durant les analyses biochimiques et microbiologiques des échantillons des têtes de crevettes et les carapaces de crabes (**Annexe 6**). En outre, divers autres matériels ont été utilisés durant la détermination de la toxicité des autolysats (**Annexe 7**).

II.1.6. Matériels utilisés durant l'évaluation sensorielle

Divers matériels ont été utilisés durant les analyses sensorielles, en particulier les tables et les mini-barquettes. Des tables et bancs en métalliques ont été utilisés. Ces tables servent à poser les aliments préparés. Chaque dégustateur se met devant une table. Les dégustateurs ont été intercalés pour éviter la triche des résultats. Les mini-barquettes codées constituent des matériels que nous avons utilisés pour la mise en place de chaque morceau des produits dérivés des crevettes codés.

II.1.7. Autres matériels

Plusieurs autres matériels ont également été utilisés durant non seulement la collecte des données, mais aussi la rédaction du mémoire. Pour la collecte, la préparation des matières premières et l'analyse des données, divers matériels ont été utilisés. Un appareil photo-numérique constitue un matériel que nous avons utilisé pour prendre des photos nécessaires à l'illustration de notre document. Lors de la rédaction de notre document de thèse, des logiciels de Microsoft Office 2016, en particulier Microsoft Word et Microsoft Excel, ont été utilisés. En plus, le logiciel R-Studio, Version 3.2, a été utilisé pour les traitements statistiques des données numériques obtenues.

II.2. Méthodes

II.2.1. Collectes d'informations sur les coproduits disponibles à Mahajanga

Des documents de bibliothèques ou numériques ainsi que des enquêtes, brainstorming ont été faites pour collecter les différentes informations concernant les coproduits halieutiques disponibles à Mahajanga.

II.2.1.1. Observations sur terrain

Des observations sur terrain ont été effectuées pour connaître les lieux de vente des crevettes et des crabes, les conditions environnementales de ces lieux de vente et la présentation des échantillons.

II.2.1.2. Choix des lieux d'enquête

Des vendeurs de crevettes et de crabes ont été choisis pour les enquêtes en fonction des facteurs environnementaux, de l'existence des échantillons et de la période de vente.

II.2.1.3. Confection des fiches d'enquête

Des fiches d'enquête ont été confectionnées après les observations sur terrain et avant de faire les enquêtes. Les différentes questions posées aux Responsables des Sociétés sont mentionnées dans l'**annexe 5**.

II.2.1.4. Enquête auprès des Responsables des sociétés de pêche à Mahajanga

Les enquêtes ont été effectuées auprès des Responsables des Sociétés traitant les produits halieutiques de la ville de Mahajanga pour savoir leurs caractéristiques socio-économiques. Pour cela, des fiches d'enquête confectionnées ont été utilisées (**Annexe 5**).

II.2.2. Choix des lieux, collecte et transport des échantillons

La société SOGEDIPROMA a été choisie comme lieu de collecte. Elle traite la majorité des produits halieutiques, principalement les crevettes et les crabes.

Les carapaces de crabes et les têtes de crevettes ont été collectés auprès de SOGEDIPROMA et mis dans un glacière durant le voyage à Antananarivo pour faire les analyses au laboratoire (**Photo 9**).



Photo 9 : Transport des échantillons au laboratoire de CNRE

II.2.3. Préparation des échantillons

Les carapaces de crabes et les têtes de crevettes collectées ont été amenées avec de la glacière remplie des glaces, au Centre National de Recherches sur l'Environnement (CNRE) pour faire des analyses microbiologiques et physico-chimiques. Les échantillons ont été conservés au congélateur avant les analyses.

II.2.4. Caractérisation des échantillons de crabes et de crevettes

II.2.4.1. Analyses microbiologiques des échantillons

L'analyse microbiologique permet de rechercher et, éventuellement, de dénombrer les microorganismes présents dans les aliments. Les germes sont généralement identifiés en utilisant les milieux de cultures sélectifs et suivant les méthodes d'analyses pratiquées au laboratoire de microbiologie (CNRE).

Les méthodes d'analyses microbiologiques pour les critères d'hygiène des procédés du présent document sont les méthodes NF EN ISO, les méthodes AFNOR routines en vigueur ou les méthodes validées selon la norme EN ISO 16140-2 ou toute méthode reconnue.

II.2.4.1.1. Principe général

Le principe d'analyse microbiologique consiste, en premier lieu, à identifier les microorganismes présents dans un échantillon représentatif du produit étudié. L'isolement est fait par la mise en culture des microorganismes sur un substrat solide, après avoir effectué une suspension dans un diluant (Eau Peptonée Tamponnée (EPT). Des études des caractères morphologiques et biologiques des colonies isolées sont, ensuite, effectuées par des méthodes appropriées afin d'identifier les microorganismes présents.

Les *Escherichia coli*, les vibrions, les flores totales, les *Clostridium* et les *Salmonella* sont des germes pré-identifiés pour les produits halieutiques, décrite par FCD (2020).

II.2.4.1.2. Préparation des milieux de culture utilisés

La préparation d'un milieu de culture au laboratoire est manuelle. Elle comporte, d'une manière générale, les différentes étapes suivantes :

- Pesage de la poudre de milieu utilisé ;
- Introduction de la poudre dans un flacon contenant de l'eau distillée ;
- Cuisson du milieu en agitant jusqu'à l'homogénéisation totale du mélange ;
- Ajustement du pH du milieu à l'aide d'une solution de soude (NaOH)1 N;
- Stérilisation du milieu de culture : avant d'être utilisé, le milieu doit être stérilisé dans un autoclave pendant 15 mn à 121 °C ;
- Vérification du pH après stérilisation ;
- Refroidissement du milieu avec de l'eau pour diminuer sa température jusqu'à 45 °C ;
- Coulage du milieu dans des boîtes de pétri ;

- Solidification et refroidissement des milieux coulés dans des boîtes de Pétri ;
- Introduction des boîtes de pétri contenant des milieux dans un réfrigérateur.

Toutefois, chaque milieu de culture a son propre mode de préparation suivant les instructions du fournisseur (**Annexe 8**).

Pour notre étude, les divers milieux de cultures qui ont été utilisés sont :

- **Hektoen** : qui permet de faciliter l'isolement des *Salmonella* ;
- **PCA** (Plant Count Agar) : c'est un milieu sélectif favorable pour la culture des flores aérobies mésophiles totales (FAMT) ;
- **TBX** (Tryptone Bile X- glucuronide medium): il permet la culture des germes, favorable pour *Escherichia coli* ;
- **EPSA** (Eau Peptonée Salé Alcaline) et **TCBS** (Thisulfate au Citrate à la Bile et au Saccharose) : ils permettent la culture des germes, favorable pour les *Vibrio* ;
- **TCS** (Trypto-Caséine-Soja) : ce milieu est adapté pour la culture de *Clostridium* ;
- **MRS** (deMan, Rogosa, Sharpe) : milieu pour identifier le germe *Streptococcus lutetiensis* ;
- **RAPPAPORT** : milieu utilisé pour l'enrichissement de germe *Salmonella* ;
- **RVS** : milieu d'enrichissement pour identifier le germe *Salmonella*.

Dans ce cas, deux types d'ensemencement ont été réalisés :

- **Ensemencement en surface** : Ce type d'ensemencement consiste à couler d'abord les milieux de culture dans des boîtes de Pétri. Puis, après solidification de ces milieux à l'air libre, les suspensions sont coulées sur ceux-ci.
 - ❖ **Ensemencement en profondeur** : Ce type d'ensemencement consiste à verser les suspensions en premier lieu dans des boîtes de Pétri, suivie du coulage des milieux de culture.

La manipulation a été faite sous une hotte à flux laminaire.

II.2.4.1.3. Préparation des réactifs

Des réactifs ont été utilisés lors de la préparation des suspensions, notamment : eau distillée : utilisée ; solution d'alcool à 70 °C et EPT (Eau Peptonée Tamponnée).

II.2.4.1.4. Isolement et dénombrement des microorganismes sur un substrat solide

• Préparation de la suspension mère et ses dilutions en cascade

Vingt gramme (20 g) de chaque sous-produit étudié ont été pesés. Ces coproduits ont été ensuite mis dans un bocal contenant 180 g d'eau peptone tamponnée (EPT) stérile afin de préparer la suspension mère (dilution 1/10). Celle-ci a été homogénéisée pendant 10 min et laissée se reposer pendant 30 min. Toutes ces opérations se déroulent dans des conditions d'asepsie. Des dilutions décimales (10^0 jusqu'à 10^{-6}) ont été préparées à partir de la suspension mère.

Les dilutions ont été effectuées dans des tubes contenant au préalable 9 ml d'eau peptone tamponnée stérile. Chaque tube a été agité à l'aide d'un vortex pour homogénéiser la suspension.

✓ Dénombrement des Flores aérobies mésophiles totales (FAMT)(AFNOR NF V08-051)

❖ But

Le but est de déterminer le nombre d'Unité Formant Colonie (UFC) de FAMT à 30 °C par gramme de produit analysé après culture des germes sur le milieu spécifique qui est la gélose Plate Count Agar (PCA).

La flore aérobie mésophile totale est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC présentes dans un produit ou sur une surface.

❖ Principe

Le principe repose sur la culture, dans la masse, de la flore contenue dans l'inoculum àensemencer en se servant du milieu PCA. Cette technique de culture permet le développement de tous les germes présents dans l'échantillon après incubation à 30 °C.

❖ Ensemencement

Pour les FAMT, un ensemencement en profondeur a été réalisé. À l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de la suspension mère a été transférée dans une boîte de Pétri stérile. À l'aide d'une nouvelle pipette stérile, 1 ml de chaque dilution a été transféré dans d'autres boîtes de Pétri stérile. Puis, 15 ml du milieu PCA ramené à 44 - 47 °C ont été coulés dans chacune des boîtes de Pétri. Après ce coulage, l'inoculum a été mélangé au milieu en surfusion par agitation de façon à obtenir une répartition homogène des germes dans la masse du milieu. Enfin, les boîtes de Pétri ont été posées sur une surface horizontale pour la solidification du milieu. Les boîtes de Pétri ont été incubées à 30 °C pendant 72 h $\pm$ 3 h. Lors de cette incubation, ces boîtes de Pétri ont été retournées (couvercle vers le bas) pour éviter la condensation du milieu.

❖ Comptage des colonies

Après la période d'incubation, un comptage des colonies (UFC de FAMT) a été effectué sur les boîtes contenant moins de 300 colonies.

❖ Expression des résultats et mode de calcul

La formule ci-après a été appliquée pour calculer le nombre, N, UFC.g⁻¹ de FAMT à 30 °C, en tant que moyenne pondérée à partir des deux dilutions successives :

$$N = \frac{\sum c}{1,1.d}$$

Avec :

$\sum c$: C'est la somme de colonies comptées sur toutes boîtes de Pétri retenues ;

d : C'est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Le nombre N UFC.g⁻¹ de FAMT à 30 °C, a été arrondi comme un nombre situé entre 1,0 et 9,9 multiplié par la puissance de 10^x où x est la puissance appropriée de 10.

✓ Dénombrement de *Escherichia coli* (AFNOR NF ISO 16649-2)

❖ But

Le but est de déterminer le nombre d'Unité Formant Colonie d'*Escherichia coli* par gramme de produit analysé, après culture des germes sur le milieu sélectif TBX. Le terme *Escherichia coli* désigne toutes les bactéries qui, à 30 °C, forme des colonies bleues caractéristiques sur le milieu TBX.

❖ Principe

Pour *Escherichia coli*, il consiste à ensemer en profondeur l'échantillon à analyser dans le milieu sélectif gélosé TBX qui ne laisse pousser que les colonies d'*Escherichia coli* capables de métaboliser l'acide 5-bromo 4-chloro-3-indolyl β-D-glucuronique.

❖ Ensemencement

L'ensemencement en profondeur a été réalisé. À l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de la suspension mère a été transféré dans une boîte de Pétri stérile. À l'aide d'une nouvelle pipette stérile, 1 ml de chaque dilution a été transféré dans une autre boîte de Pétri stérile. Après ce coulage, l'inoculum a été mélangé au milieu en surfusion par agitation de façon à obtenir une répartition homogène des germes dans la masse du milieu. Enfin, les boîtes de Pétri ont été posées sur une surface horizontale pour la solidification du milieu. Pour le dénombrement de *Escherichia coli*, les boîtes ont été mises en incubation à 30 °C ± 0,1 °C, pendant 18 à 24 h dans une étuve. Lors de cette incubation, ces boîtes de Pétri ont été retournées (couvercle vers le bas) pour éviter la condensation du milieu.

❖ Comptage des colonies

Après la période d'incubation, les UFC de *Escherichia coli* (couleur bleu) ont été comptées dans chaque boîte de Pétri contenant moins de 150 UFC caractéristiques et moins de 300 UFC au total (UFC caractéristiques et non-caractéristiques).

❖ Expression des résultats et mode de calcul

Le nombre **N** d'UFC.g⁻¹ de coliformes totaux 37 °C et de *Escherichia coli*, en tant que moyenne pondérée, a été calculé à l'aide de l'équation suivante :

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

Avec :

$\sum a$: Somme de colonies caractéristiques (UFC) comptés sur toutes les boîtes retenues ;

V : Volume d'inoculum, en millilitres, appliqué à chaque boîte ;

n₁ : Nombre de boîtes de Pétri retenues à la première dilution ;

n₂ : Nombre de boîtes de Pétri retenues à la seconde dilution ;

d : Facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Le résultat calculé a été arrondi à deux chiffres significatifs et ensuite, exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x, où **x** est la puissance appropriée de 10.

✓ Dénombrement de *Salmonella* (AFNOR NF ISO 6579)

❖ But

Le but est de déterminer la présence ou l'absence de *Salmonella* dans la prise d'essai après sa culture dans les milieux de pré-enrichissement, d'enrichissement et après les tests de confirmation. Le terme de *Salmonella* spp. regroupe tous les micro-organismes formant des colonies typiques sur des milieux sélectifs solides et possèdent les caractéristiques biochimiques et sérologiques décrites lorsque l'essai est exécuté selon la présente norme.

❖ Principe

Pour identifier le germe *Salmonella*, l'échantillon a été mis dans des milieux avant d'isoler la colonie.

❖ Pré-enrichissement en milieu non sélectif liquide

La prise d'essai estensemencée dans de l'eau peptonée tamponnée (servant également de diluant), puis son incubation se fait à 37 °C durant 16 à 20 h.

❖ Enrichissement sélectif

Le transfert de la culture, obtenue à partir de la suspension mère pré-enrichie, est réalisé dans un tube contenant des milieux RVS (Rapport Vassiliadis Soja) ou RAPPAPORT qui devront ensuite incuber à 42 °C durant 72 heures (**Annexe 8**).

❖ Isolement

L'isolement est fait à partir des cultures obtenues après le pré-enrichissement en milieu sélectif solide (Hektoen). L'incubation s'effectue à 37 °C, puis l'examen est fait après 24 h et, si nécessaire, après 48 h, pour contrôler s'il y a présence de colonies présumées de *Salmonella* (en raison de leurs caractéristiques).

❖ Expression des résultats

Après 48 h d'incubation, les colonies caractéristiques de *Salmonella* sont colorées en bleu vertes avec ou sans centre noir.

✓ **Dénombrement de *Vibrio* (ISO/TS 21872)**

❖ But

L'objectif est de faire le comptage d'unité formant colonie ou UFC de *Vibrio* par gramme des échantillons de sous-produit de crabes et de crevettes.

❖ Principe

Les *Vibrio* sont des bactéries marines, communément associées à de la toxoinfection alimentaire aux produits de la mer. Ils sont des bactéries qui se présentent sous forme de Bacille, à Gram négatif, oxydase positive, aéro-anaérobie facultatif, halophile. Pour cela, leur dénombrement consiste à ensemercer en surface dans l'Eau Peptonée Salée Alcaline (EPSA) et dans la Thiosulfate au Citrate à la Bile et au Saccharose (TCBS).

❖ Ensemencement

Pour la culture des *Vibrio*, 10 µl d'inoculum a été ensemençé en surface dans des boîtes de Pétri stériles contenant au préalable environ 15 ml de milieu solidifié. L'inoculum a été étalé soigneusement à l'aide d'un étaleur stérile. Les boîtes sont maintenues pendant 24 h à l'étuve à 37 °C. Les colonies caractéristiques de chaque indice microbiologique, ont été comptées après la période d'incubation.

❖ Comptage des colonies

Après la période d'incubation, les colonies formées ont été dénombrées. Seules les boîtes contenant 15 à 150 colonies ont été prises en compte.

❖ Expression des résultats et mode de calcul

Le nombre N de *Vibrio* identifié en tant que moyenne pondérée à partir des deux dilutions successives, a été calculé à partir de la formule ci-dessous :

$$N = \frac{\sum a}{V \cdot 1,1 \cdot F}$$

Avec :

$\sum a$: Somme de *Vibrio* identifiés pour chaque boîte de Pétri retenue sur les deux dilutions successives ;

V : Volume étalé sur chaque boîte de Pétri ;

F : Taux de dilution correspondant à la première dilution retenue (SM).

✓ **Dénombrement de *Clostridium* (ISO 7937)**

❖ But

L'objectif est de faire le comptage d'unité formant colonie ou UFC de *Clostridium* qui est une bactérie très ubiquitaire largement répandue dans tout environnement (sol, sédiments, cadavres, poussières, surface des végétaux, etc.). Elle est responsable d'intoxications alimentaires qui surviennent uniquement, après la consommation d'aliments fortement contaminés par une souche entérotoxigène.

❖ Principe

Il consiste à ensemencer le produit à analyser dans des tubes sur le milieu Tryptone Sulfite à la Cyclosérine (TCS).

❖ Ensemencement

Un morceau de 30 g de ces échantillons a été pesé avec une balance électronique et additionnée de 270 ml d'une solution d'Eau Peptone Tamponnée sous une hotte à feux laminaire. Puis, l'ensemble a été broyé à l'aide d'un broyeur.

Des tubes stériles ont été préparés, puis 2,5 ml de la solution mère broyée ont été introduits au fond de chaque tube. Des milieux liquéfiés Tryptone Sulfite Cycloserine, environ 15 ml, ont été coulés dans chaque tube et mélangés à l'aide d'un mini-secoueur à tube.

❖ Incubation

Après la solidification des solutions, les tubes ont été mis dans une étuve à 46 °C pendant 24 heures pour leur incubation.

❖ Comptage des colonies

Pour compter les colonies, il faut choisir les tubes contenant au maximum moins de 30 colonies caractéristiques et moins de 100 colonies au total. Les colonies caractéristiques entourées d'un halo noir sont prises en compte.

❖ Expression des résultats et mode de calcul

Le nombre N de *Clostridium* identifié en retenant les boîtes contenant au maximum 30 colonies bien séparées a été calculé à l'aide de l'équation suivante :

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

Avec :

$\sum c$: Somme des colonies caractéristiques sur les deux boîtes retenues ;

V : Volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millimètres ;

n_1 : Nombre des boîtes retenues à la première dilution ;

n_2 : Nombre des boîtes retenues à la seconde dilution ;

d : Taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

✓ **Dénombrement de *Streptococcus lutetiensis*** (Claire et al., 2002)

❖ Principe

Pour identifier le germe *Streptococcus lutetiensis*, 20 d'échantillon ont été mis dans 180 g de milieu EPT durant 24 heures dans l'étuve 46 °C. Ensuite, il est ensemencé dans la boîte de pétri contenant de milieu MRS et il a été incubé pendant 24 heures, 48 heures et 72 heures.

❖ Observation microscopique

Le germe trouvé dans le milieu MRS incubé a été observé avec un microscope électronique. Les caractéristiques observées ont été notées dans un bloc note pour comparer aux caractéristiques des germes « *Streptococcus lutetiensis* ».

II.2.4.2. Analyses physico-chimiques et nutritionnelles des échantillons

• Broyage et pesage des échantillons

L'échantillon a été broyé avec un blender de laboratoire pendant 10 à 15 mn (Photo 10).



Photo 10. Broyage des échantillons

• Détermination des teneurs en eau et en matière sèche

✓ Principe

La détermination des teneurs en eau (TE) ou humidité et en matière sèche (MS) est basée sur la mesure de la perte de masse des échantillons après étuvage à 105 ± 2 °C jusqu'à élimination de l'eau libre et des matières volatiles. Les pourcentages de masse d'échantillon séché et de perte de masse sous l'effet de séchage par rapport à la masse d'échantillon frais correspondent, respectivement, aux taux de matière sèche (**% MS**) et d'humidité (**% H**) de l'échantillon (MALEWIAK *et al*, 1992, AOAC 2000).

✓ Mode opératoire

Des capsules vides ont été d'abord nettoyées, séchées et pesées (**M₀**) sur une balance de précision (type METLER AE 200). Environ 5 g d'échantillons ont été ajoutés (**M₁**), puis placés à l'étuve à 103 °C pendant 5 h. Elles ont été sorties de l'étuve, puis refroidies dans un dessiccateur à plaque en verre, épaisse, perforée, contenant du déshydratant, pendant 2 heures avant d'être repesées (**M₂**) à nouveau. Enfin, les capsules refroidies ont été pesées avec leur contenu séché. L'analyse a été effectuée en triple pour chaque échantillon.

✓ Expression des résultats et mode de calcul

La teneur en eau a été exprimée en pourcent selon la formule décrite ci-après :

$$\% H = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Avec :

%H : Teneurs en eau (Humidité) ;

M₀ : Masse initiale, en grammes, de capsule vide ;

M₁ : Masse, en gramme, de capsule avec prise d'essai avant l'étuvage ;

M₂ : Masse, en grammes, de capsule avec la prise d'essai après l'étuvage ;

BMF : À base de matière fraîche.

La différence entre le pourcentage de la matière fraîche (100 %) et la teneur en eau (**% H**) constitue la teneur en matières sèches (**% MS**). Ainsi, la teneur en eau ou l'humidité a été obtenue par la différence entre le pourcentage de matière fraîche (100 %) et la teneur en matière sèche.

$$\%MS \text{ (BMF)} = 100 - (\% H)$$



$$\%H \text{ (BMF)} = 100 - \% MS$$

Avec :

% MS : Matière sèche ;

% H : Teneurs en eau (Humidité) ;

BMF : À base de matière fraîche.

• Dosage des cendres brutes

✓ Principe

Les cendres brutes sont obtenues par incinération des matières organiques à 550 °C. Sous cette condition, l'eau et les autres constituants volatiles sont transformés en vapeur. Par la suite, les constituants organiques sont transformés en gaz carbonique et en eau, tandis que les constituants minéraux restent dans le résidu comme oxydes, sulfates, phosphates, etc. Ce résidu inorganique constitue les cendres des produits alimentaires (AOAC, 2005).

✓ Mode opératoire

Environ 5 g de chacun des échantillons mis dans un creuset ont été brûlés par chauffage sur une plaque chauffante sous hotte. Les échantillons ont, ensuite, été incinérés dans un four à moufle (**Photo 11**) ayant une température de 550 °C pendant 6 h jusqu'à l'obtention de cendres de couleur blanche ou gris clair, dépourvue de particules charbonneuses. Puis, elles ont été laissées refroidir dans un dessiccateur et pesées immédiatement.



Photo 11. Incinération des échantillons au four

✓ Mode de calcul

Les teneurs en cendres brutes des échantillons ont été calculées, après le pesage des capsules pourvues des cendres blanches, à partir de la formule suivante :

$$\% \text{ CB (BMF)} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_e}$$

Avec :

% CB : Teneur en cendres brutes de l'échantillon analysé ;

Me : Masse de l'échantillon en grammes ;

M₂ : Masse de la capsule vide en grammes ;

M₁ : Masse de la capsule avec son contenu après incinération en grammes ;

BMF : À base de matière fraîche.

• Dosage des protéines

✓ Principe

La méthode de Kjeldahl est efficace pour déterminer la teneur en protéines. Cette méthode est réalisée en trois (03) étapes successives : minéralisation, distillation et titration. La première étape de ce principe consiste à minéraliser l'azote sous forme organique par l'acide Sulfurique concentré. Sous l'action de celui-ci en ébullition et en présence d'un catalyseur, les substances organiques des échantillons sont détruites. Les carbones, les soufres et les hydrogènes sont respectivement transformés en dioxyde de carbone (CO₂), en dioxyde de soufre (SO₂) et en eau (H₂O). En même temps, les azotes organiques sont convertis en sel d'ammonium (Sulfate d'ammonium) [(NH₄)₂SO₄] (**Réaction 1**). Traité par une solution très basique (NaOH), ces sels

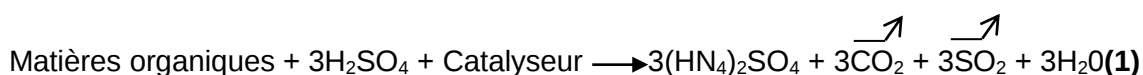
d'ammonium formés sont décomposés et libèrent de l'ammoniac gazeux (NH₃), qui peut être distillé, puis retenu au moyen d'un acide faible et titré à l'aide d'une solution d'acide sulfurique dilué de normalité connue en présence d'un indicateur coloré (KJELDAHL (CROOKE et SIMPSON, 1971).

✓ Mode opératoire

❖ Minéralisation

Des échantillons de 0,4898 g de coproduits des crevettes et 0,4385 g de coproduits des crabes ont été pesés. Ces deux échantillons ont été introduits dans deux matras de minéralisation contenant quelques billes de verre qui régularisent l'ébullition. Puis, 20 ml d'acide sulfurique et un comprimé de catalyseur (à base de sel de cuivre 0,4 g et de sulfate de potassium 3,5 g ; y sont ajoutés et homogénéisés. Ensuite, les deux matras ont été chauffés à 450 °C pendant 5 h environ dans un minéralisateur jusqu'à la carbonisation de la masse et à la disparition de l'écume.

Quand la solution devient vert clair ou limpide, la minéralisation est terminée. Dans ce cas, les carbones, les soufres et les hydrogènes contenus dans les échantillons ont respectivement été transformés en dioxyde de carbone (CO₂), en dioxyde soufre (SO₂) et en eau (H₂O) (**Réaction 1**). Les minéralisats ainsi obtenus ont été laissés refroidir à température ambiante. Les minéralisats refroidis ont été additionnés de 20 ml d'eau distillée en agitant de temps en temps afin de faciliter la dissolution des sulfates. Enfin, ils ont été refroidis de nouveau à température ambiante.



❖ Distillation, production et rétention de l'ammoniac

La distillation a été réalisée à l'aide d'un distillateur d'azote BUCHI (marque K350). Dans un bécher de 600 ml, 25 ml d'acide borique de concentration 40 % et quelques gouttes de réactif de Tashiro ont été versés pour retenir l'ammoniac. La solution obtenue est violette. Ensuite, le bécher a été placé sur le réfrigérant ascendant de l'appareil distillateur préchauffé. La partie inférieure de ce réfrigérant est terminée par un tube plongeur dont le bout doit être en contact avec le fond du bécher.

Après cette opération, le matras contenant le minéralisat a été placé dans la colonne gauche du distillateur. Sous l'action de la solution de soude concentrée aspirée automatiquement par cet appareil et l'effet du chauffage, les sels d'ammonium contenus dans le matras ont été décomposés et libèrent de l'ammoniac (**Réaction 2**).

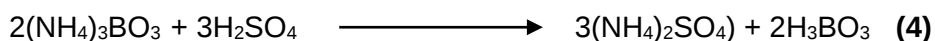


Ce composé a été entraîné à la vapeur d'eau qui a été condensée par le réfrigérant ascendant de l'appareil. Par conséquent, l'ammoniac distillé a été retenu par l'acide borique contenu dans le bécher (**Réaction 3**). La solution contenue dans ce bécher a alors viré au vert. La distillation de l'ammoniac a été arrêtée lorsque le volume du distillat est de l'ordre de 300 ml.



❖ Titration ou dosage de l'ammoniac

L'ammoniac fixé par l'acide borique contenu dans le bécher a été dosé par titrimétrie. La solution d'acide sulfurique contenue dans une burette graduée a été utilisée pour doser l'azote dans le flacon (**Réaction 4**). Le virage de la coloration du contenu de flacon collecteur au violet signale la fin de la titration. Alors, la quantité d'acide sulfurique versée jusqu'au virage au violet du mélange réactionnel a été notée.



❖ Mode de calcul

La teneur en protéines totales, exprimée en g de protéines par 100 g de l'échantillon, a été obtenue par la formule suivante.

$\% \text{ PB (BMF)} = \frac{1,40 \times V \times N \times \text{FC}}{M}$

Avec :

FC : Facteur de conversion de l'azote en protéines (6,25) ;

%PB : Teneur, en grammes de protéines pour 100 g de produit ;

M : Masse, en grammes, de la prise d'essai ;

V : Volume, en ml, de la solution d'acide sulfurique à 0,1 N versée pour la titration ;

N : Normalité de la solution d'acide sulfurique utilisée (0,1 N) ;

BMF : A base de matière fraîche.

• Dosage des matières grasses brutes

✓ Principe

Le principe se base sur l'extraction des lipides contenus dans les échantillons à l'aide d'un solvant d'extraction (n-hexane) par méthode de dosage gravimétrique. L'extraction est basée sur l'insolubilité des lipides dans l'eau et de leur solubilité dans des solvants organiques. La masse des matières grasses extraites est déterminée par

pesage, après élimination du solvant d'extraction. Le taux des matières grasses brutes (**MGB**) est exprimé en pourcentage par rapport à la masse d'échantillon frais ou sec analysé (WOLF,1991).

✓ **Mode opératoire**

Les échantillons, environ 5 g de chaque prise d'essai, ont été pesés, puis emballés avec des morceaux de Papier Joseph. Ces prises d'essai ont été introduites dans des cartouches d'extraction. Après pesage d'un ballon vide, 200 ml d'éther de pétrole ont été versés dans le ballon et le ballon contenant de l'éther de pétrole a été placé au-dessous de l'extracteur. Puis, la cartouche a été placée dans un extracteur pour recueillir l'extract dans un ballon sec. Le ballon a été monté au chauffe-ballon. Ensuite, le chauffage a été réglé de façon à obtenir 10 siphonages au moins à l'heure et l'extraction a duré plus de 6 h. Au bout de cette période, le ballon a été enlevé, puis chauffé sur un évaporateur rotatif. Durant ce chauffage, il y a eu de l'élimination du solvant d'extraction qui a été récupéré dans le ballon de l'évaporateur rotatif. Pour éliminer le reste du solvant, les ballons contenant des matières grasses ont été chauffés dans une étuve à ventilation à 103 °C pendant 1 h. Enfin, les ballons contenant des matières grasses ont été repesés à l'aide d'une balance de précision après le refroidissement dans un dessiccateur.

✓ **Mode de calcul**

La teneur en matières grasses brutes de l'échantillon a été obtenue à partir de la formule ci-dessous.

$$\% \text{ MG (BMF)} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_n}$$

Avec :

M₀ : Masse, en grammes, de la prise d'essai ;

M₂ : Masse, en grammes, du ballon vide ;

M₁ : Masse, en grammes, du ballon et de l'extract après séchage ;

BMF : A base de matière fraîche.

• **Estimation de la teneur en glucides totaux**

✓ **Principe**

Le taux de glucides totaux d'un échantillon de produits alimentaires peut être estimé par une méthode de différence. Le principe de cette méthode est basé sur le fait que les produits alimentaires soient essentiellement constitués de l'eau, de protéines, de matières grasses, de glucides et d'éléments minéraux.

La soustraction à 100 % de la somme des teneurs en eau (humidité), en protéines, en matières grasses et en cendres brutes donne, d'une manière approchée, le taux des glucides totaux (**GT**) .

✓ **Mode de calcul**

Les teneurs en glucides totaux des échantillons ont été estimées en employant la formule ci-après.

$$\%GT = 100 - (\% P B + \% MG + \% CB + \% H)$$

Avec :

%GT : Teneur en glucides totaux de l'échantillon (pour 100 g de matière fraîche) ;

% H : Teneur en eau de la prise d'essai (pour 100 g de matière fraîche);

%P B : Teneur en protéines brutes de l'échantillon (pour 100 g de matière fraîche) ;

% MG : Teneur en matières grasses brutes de l'échantillon (pour 100 g de matière fraîche);

% CB : Teneur en cendres brutes de l'échantillon (pour 100 g de matière fraîche).

• **Estimation de la quantité d'énergie métabolisable**

✓ **Principe**

Les quantités de l'énergie métabolisable des échantillons sont calculées en utilisant les coefficients calorifiques spécifiques (CCS) d'Atwater qui tiennent compte des coefficients d'utilisation digestive des nutriments énergétiques (glucides, lipides, protéines). L'énergie métabolisable d'un échantillon est déterminée en faisant la somme des énergies métabolisables des composants glucidiques, lipidiques et protéiques de cet échantillon.

✓ **Mode de calcul**

L'énergie métabolisable (**EM**) d'un produit exprimé en kcal/100 g est estimée par la formule ci-après :

$$EM \text{ (kcal/100 g)} = (\% PB \times CCS_P) + (\% MG \times CCS_L) + (\%GT \times CCS_G)$$

Avec :

EM : Énergie métabolisable, en kcal/100 g, d'un produit alimentaire ;

% PB : Teneur en Protéines brutes d'un produit ;

% MG : Teneur en Matières grasses brutes d'un produit ;

% GT : Teneur en Glucides totaux d'un produit ;

CCS_p, CCS_L, CCS_G : Coefficients Calorifiques Spécifiques d'Atwater, en kcal/g de protéines, lipides et glucides. Les coefficients calorifiques spécifiques des protéines, des lipides et des glucides contenus dans les coproduits des crabes et des crevettes analysées sont donnés dans le **tableau 7** ci-après.

Tableau 7. Calorifiques des coproduits des crabes et des crevettes analysées

Principes énergétiques	CCS	Coproduits analysés
Protéines	4,27	Coproduits des crabes
		Coproduits des crevettes
Lipides	9,02	Coproduits des crabes
		Coproduits des crevettes
Glucides	3,68	Coproduits des crabes
		Coproduits des crevettes

Sources : **Favier (1977) ; Razafimahefa (2016)**

• Dosage des éléments minéraux

✓ Préparation des extraits minéraux

Après incinération au four à moufle à 550 °C des matières organiques, les échantillons sont transformés en cendres de couleur blanche ou grise. Les cendres obtenues après l'incinération ont été humidifiées par l'eau distillée dans un bécher de 250 ml. Ensuite, 50 ml de HCl concentré, de densité $d = 1,18$ et 2 ml d'eau distillée ont y été versés. La solution obtenue a été placée sur une plaque chauffante (bain de sable) à une température de 150 °C jusqu'à l'ébullition, puis la solution devient limpide. Enfin, elle a été refroidie.

Après le refroidissement, la solution a été filtrée dans une fiole jaugée de 100 ml. Le becher et le papier-filtre ont été rincés plusieurs fois avec de l'eau distillée pour récupérer le maximum d'éléments minéraux.

Les éléments minéraux ont été dosés dans cette solution. Le calcium, le zinc et le fer ont été dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique et le phosphore par colorimétrie.

• Dosage Calcium, Zinc et fer par spectrophotométrie d'absorption atomique

✓ Principe de l'absorption atomique

La spectrophotométrie d'absorption atomique est une méthode basée sur la théorie de la quantification de l'énergie de l'atome.

La solution à doser est nébulisée dans une flamme à très haute température après avoir été ramenée à l'état d'atomes pour que les éléments présents soient passés sous forme de gaz à l'état atomique. Tout atome absorbe les radiations qu'il est lui-même susceptible d'émettre selon la loi de **Kirchoff**. Si un élément capte de l'énergie, il passe d'un état stable à un état excité en absorbant une partie de cette énergie, puis revient à son état initial par une série d'étape. Plus, il y a des atomes ou des éléments minéraux dans la solution, plus il y a d'énergies sous forme de rayonnements qui sont absorbées. Si dans une source d'atomisation, c'est-à-dire dans une solution, se trouve un nombre N_0 d'atomes par unité de volume à l'état fondamental, l'absorbance à part ces atomes de leur radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser dans la solution (DUBOIS, 1999). Cette absorption suit la loi de **Beer-Lambert** :

$$A = K \times C \times L$$

Avec :

A : Absorbance ;

C : Concentration de l'élément ;

K : Coefficient d'absorption pour la longueur d'ordre choisie ;

L : Parcours optique dans le brûleur.

✓ Appareillage

La détermination de la teneur en éléments minéraux : calcium, zinc et fer dans la solution a été effectuée sur l'appareil spectrophotomètre d'absorption atomique, en utilisant respectivement les raies de résonance de longueur d'onde. Ils sont présentés dans le **tableau 8** ci-après :

Tableau 8. Longueurs d'ondes durant l'analyse des éléments minéraux

Eléments minéraux	Longueurs d'onde, en nm
Ca	285,2
Zn	213,9
Fe	248,3
Ph	213,6

DUBOIS, 1999

Un spectrophotomètre d'absorption atomique comprend :

Un générateur de photon (lampe à cathode creuse) qui émet la raie de résonance de l'élément à doser ;

Un instrument de mesure, photomultiplicateur, qui mesure la quantité de lumière absorbée ou absorbance et transforme les informations en données exploitables, donc il donne les concentrations de l'élément à doser.

✓ Mode opératoire

❖ Préparation des gammes étalons pour l'absorption atomique

À partir d'une solution connue en concentration de l'élément à mesurer, des séries d'étalons à différentes concentrations ont été réalisées. La valeur exacte de chacune de ces concentrations a été mesurée et s'affiche sur l'écran de l'appareil (Spectrophotomètre d'absorption atomique), suivie de la courbe d'étalonnage correspondante. La mesure de l'absorption atomique a été faite à partir de la courbe obtenue par cette mesure. Après avoir mesuré la densité optique, la concentration de l'élément à mesurer dans l'échantillon à concentration inconnue a été déterminée.

❖ Analyse des extraits

L'extrait a été dilué préalablement pour que la concentration en éléments minéraux soit compatible avec celles de la gamme étalon. La manipulation a été identique pour la préparation de la gamme étalon et le dosage des éléments minéraux des extraits.

La dilution de l'extrait a été faite avec de l'eau distillée en présence de la solution de lanthane à 0,2 % (comme l'oxyde de lanthane pour le calcium) qui joue le rôle de tampon spectral pour éliminer toute interférence possible due aux éléments perturbateurs. Si l'appareil affiche une valeur dans le cadre des concentrations des étalons, cette valeur est maintenue. Par contre, si la valeur est largement supérieure, on procède à la dilution qui sera mesurée. Les mesures ont été effectuées dans le filtrat obtenu lors de la mise en solution des éléments minéraux.

Après avoir fait la dilution, la concentration finale est déduite à partir de la gamme étalon de l'élément à doser.

❖ Mode de calcul de la teneur en éléments minéraux

La teneur en éléments minéraux a été calculée à partir de la formule ci-après :

$$T \text{ (mg/100 g)} = \frac{X \cdot 10^{-6} \times \text{dil} \times V \times 100}{P_e}$$

Avec :

T : Teneur en mg par 100 g

dil : Inverse du facteur de dilution ;

Pe : Prise d'essai initial, en général 5 g avant incinération ;

V : Volume de la mise en solution du filtrat ;

X : Concentration de la solution en µg/ ml.

• Dosage du phosphore par colorimétrie

✓ Principe de dosage colorimétrie

La colorimétrie est une méthode de dosage basée sur la propriété de certains composés chimiques (molécules, ions etc.) à développer une réaction colorée au contact d'une certaine substance. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de la molécule ou l'élément à doser et est mesurée à l'aide d'un colorimètre ou spectrophotomètre. Les substances chimiques absorbent un faisceau de radiation envoyé par une source lumineuse, une cellule photoélectrique mesure l'intensité du faisceau lumineux transmis, c'est-à-dire l'absorbance ou la densité optique (**D.O**) selon la loi de **Beer-Lambert** :

$$D.O = \epsilon.L.C$$

Avec :

D.O : Densité optique ;

ε: Coefficient d'extinction moléculaire d'un soluté donné ;

L : Épaisseur de la solution traversée en cm ;

C: Concentration du soluté ou élément à doser.

✓ Mode opératoire

❖ Préparation des solutions filles et établissement d'une courbe d'étalonnage

À partir d'une solution mère à 1 g/l de phosphore (solution étalon), des solutions filles contenant respectivement 5 ; 10 ; 20 ; 30 et 40 µg de phosphore par ml ont été préparées. Après avoir mesuré exactement 5 ml de réactif phosphomolybdate dans une fiole jaugée, 5 ml de l'échantillon y ont été ajoutés. Ce mélange a été agité et la coloration a été laissée se développer pendant à la température ambiante de 20 °C et à l'obscurité. Puis, les densités optiques des solutions jaunes obtenues ont été mesurées au spectrophotomètre UV (Ultra-Violet) à une longueur d'onde de 430 nm. La courbe d'étalonnage a ensuite été établie.

❖ Développement de la coloration et mesure de la densité optique de l'échantillon

Le filtrat a été dilué pour que la concentration en phosphore soit trouvée dans la région linéaire de la courbe d'étalonnage. Ensuite, 5 ml de cette solution ont été introduits dans un tube à essai et 5 ml du réactif phosphomolybdate y ont été ajoutés.

Cette solution a été homogénéisée et laissée à l'obscurité pendant 10 mn à la température ambiante de 20 °C. La densité optique a été mesurée au spectrophotomètre UV à 430 nm d'absorption.

II.2.5. Autolyse des têtes de crevettes

II.2.5.1. Préparation des échantillons avant l'autolyse

L'échantillon (120 g) a été pesé préalablement, broyés et mis dans 240 ml d'eau distillée dans un bol en inox. Ensuite, il a été placé sur un agitateur magnétique chauffant. Ainsi, le barreau magnétique a été mis dans le bol contenant la préparation. Le pH-mètre, un matériel principal pour l'autolyse, détermine le pH et la température durant l'autolyse. L'électrode du pH-mètre et la sonde de la température ont été ainsi installées dans la préparation (CAO *et al*, 2008).

II.2.5.2. Démarrage de l'autolyse

La préparation a été agitée manuellement et homogénéisée avant l'agitation magnétique par la plaque chauffante. Environ 5.ml de la préparation ont été prélevés toutes les 30 minutes durant 3 heures de l'autolyse pour connaître le degré d'hydrolyse. La **photo 12** ci-dessous présente démarrage de l'autolyse.



Photo 12. Mise en marche de l'autolyse

La durée, la température et le pH ont été suivis durant la pratique de l'autolyse des têtes de crevette. Elle a été réalisée dans un milieu à pH neutre, mais la durée a été variée. Différentes températures et concentrations ont été également testées afin d'identifier les conditions optimales d'autolyse.

Le degré d'hydrolyse a été déterminé par le rapport entre la teneur en protéines solubilisées et la teneur en protéines initiales (CAO et ZHANG, 2009). La préparation est refroidie à température ambiante, puis centrifugée dans une centrifugeuse.

II.2.5.3. Optimisation de l'autolyse

L'extraction des protéines a été faite par l'autolyse durant laquelle les protéines ont été solubilisées petit à petit dans le surnageant. Les résultats ont été calculés à partir de la formule ci-après. Les échantillons broyés et pesés ont été autolysés.

$$SP (\%) = \frac{Px100}{PT}$$

Soit :

SP : Taux de solubilisation en % ;

P : protéines du surnageant prélevé toutes les 30 mn, en % ;

PT : Protéines totales de la matière première, en %.

Le pH, la température, la durée et la quantité d'eau sont des paramètres suivis durant l'autolyse. Ces trois derniers paramètres ont été optimisés pour connaître les conditions optimales de l'autolyse des têtes de crevette.

• Optimisation de la température

Une durée de 3 heures et une quantité d'eau deux fois de la masse de l'échantillon ont été adoptés pour cette optimisation. Ces conditions ont été adoptées dans de précédentes études à températures progressives allant de 40 °C à 70 °C (RANDRIAMAHATODY, 2014). Dans la présente recherche, 5 conditions de température ont été alors expérimentées afin de déterminer celle qui est la plus efficace. La première expérience est la température de 40 °C fixe durant 3 heures et la quantité d'eau, la moitié de la masse de l'échantillon (120 g) (**Annexe 9**). La deuxième expérience est la température de 50 °C fixe avec les mêmes paramètres que la première (**Annexe 10**). La troisième expérience est la température de 60 °C fixe (**Annexe 11**).

La quatrième expérience est conduite à 70 °C fixe (**Annexe 12**) et enfin une cinquième a été effectuée avec des températures progressives de 40 °C, 50 °C, 60 °C et 70 °C (**Annexe 13**).

La première expérience a pour objectif d'optimiser la température. Celle-ci a été fixée à 40 °C et la durée d'expérience a été fixée à 3 heures.

La quantité d'eau à utiliser est de deux fois de la masse des échantillons utilisés. Dans cette étude, l'échantillon pèse 120 g. Il faut donc ajouter 240 ml d'eau distillée dans l'échantillon.

Durant l'expérience de l'autolyse, un prélèvement a été fait toutes les 30 minutes et à chaque prélèvement, le pH, la prise d'essai, la température et la chute de la burette a été notée. Ainsi, tout prélèvement a un code correspondance de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12. Une prise d'essai présente deux codes, par exemple : codes 1 et 2 correspondent à la première prise d'essai. Ainsi, une prise d'essai correspond à une température (**Annexe 9**)

La deuxième expérience est de température 50 °C, de durée 3 heures, concentration d'eau 240 ml et la masse de l'échantillon est de 120 g. Le principe de l'expérience est le même que la première expérience. Le tableau notant les mesures est mentionné dans l'**annexe 12**.

La troisième expérience est de 60 °C fixe, de durée 3 heures, quantité d'eau 240 ml et poids de l'échantillon 120 g. Le principe de l'expérience est comme les précédentes. L'**annexe 11** présente les différentes mesures enregistrées durant l'expérience.

La quatrième expérience est de température 70 °C fixe, de durée 3 heures, de quantité d'eau 240 ml et la masse de l'échantillon 120 g. Le principe d'expérience est de même que précédente. Le tableau montrant les différentes mesures est mentionné dans l'**annexe 12**.

La cinquième expérience est à des températures successives 40 °C, 50 °C, 60 °C et 70 °C, de durée 3 heures, de quantité d'eau 240 ml et la masse de l'échantillon est de 120 g. Le principe de l'expérience est de même que précédente. Le tableau montrant les différentes mesures est mentionné dans l'**annexe 13**.

• Optimisation de la quantité d'eau

Différentes quantités d'eau ont été testées à la condition de température la plus efficace et pendant 3 heures. Il s'agit d'une quantité de 2,5 fois de la masse des échantillons et une quantité de 3 fois de la masse de l'échantillon. Le principe est identique à celle de l'optimisation de la température.

Ainsi, la sixième expérience est déroulée en présence de 240 ml d'eau, fixe c'est-à-dire 2 fois de la masse de l'échantillon, pendant 3 heures et 60 °C. L'**annexe 14** présente les différentes mesures enregistrées durant l'expérience.

La septième expérience est de 300 ml d'eau, c'est dire, 2,5 fois de la masse de l'échantillon, pendant 3 heures et 60 °C. L'**annexe 15** montre les différentes mesures enregistrées durant l'expérience.

La huitième expérience est de 360 ml d'eau, c'est dire, 3 fois de la masse de l'échantillon, pendant 3 heures et 60 °C. L'**annexe 16** montre les différentes mesures enregistrées durant l'expérience.

• **Optimisation de la durée**

Des durées d'autolyse de 2 heures, 3 heures et 4 heures ont été effectuées en adoptent la température et la quantité d'eau les plus efficaces. Le principe de cette expérience est de même que précédente.

Ainsi, la huitième expérience est effectuée pendant 2 heures, température 60 °C, avec 240 ml d'eau et 120 g d'échantillon. L'**annexe 17** présente les notes des mesures utilisées durant l'expérience. La neuvième expérience est de durée 3 heures, température 60 °C, quantité d'eau 240 m et la masse de l'échantillon est de 120 g. L'**annexe 18** montre les notes des mesures utilisées durant l'expérience. La dixième expérience est de durée 4 heures, température 60 °C, quantité d'eau 240 ml et la masse de l'échantillon est de 120 g. L'**annexe 19** indique les mesures utilisées durant l'expérience.

• **Optimisation des autolyses par le germe *Streptococcus lutetiensis***

Une autre expérience d'autolyse (11^{ème} Expérience) en utilisant le germe *Streptococcus lutetiensis* isolé dans la solution contenant des têtes de crevettes a été effectuée. Trois cent (300) colonies de ce germe ont été isolés et introduits dans la solution déjà préparée. Ainsi, elle a été mise dans la cuve de 60 °C durant 3 heures sans agitation des échantillons. Chaque 30 minutes, un prélèvement a été fait pour évaluer la cinétique de dégradation des protéines. L'**annexe 20** montre les mesures utilisées durant l'expérience.

II.2.5.4. Traitements des produits d'autolyse

Après l'autolyse, les surnageants et les culots ont été séparés par centrifugation à 1000 tours/mn durant 10 mn. Ils ont été séchés à l'étuve à 70 °C. La fraction surnageante séchée constitue l'extrait protéique. Les qualités nutritionnelles et microbiologiques de surnageant ou extrait protéique et de culot ont été ensuite déterminées suivant les méthodes décrites précédemment (Paragraphe II.2.9).

II.2.5.5. Utilisation des paramètres optimisés

A la fin de l'optimisation des paramètres, les échantillons collectés et conservés dans un congélateur ont été autolysés en grande quantité avec des paramètres optimisés. Les modes des traitements sont pareils que les précédents (II.2.10.3) sauf la quantité utilisée. La figure 3 ci-après présente les étapes de traitements pour extraire les protéines dans les échantillons de crevettes au laboratoire.

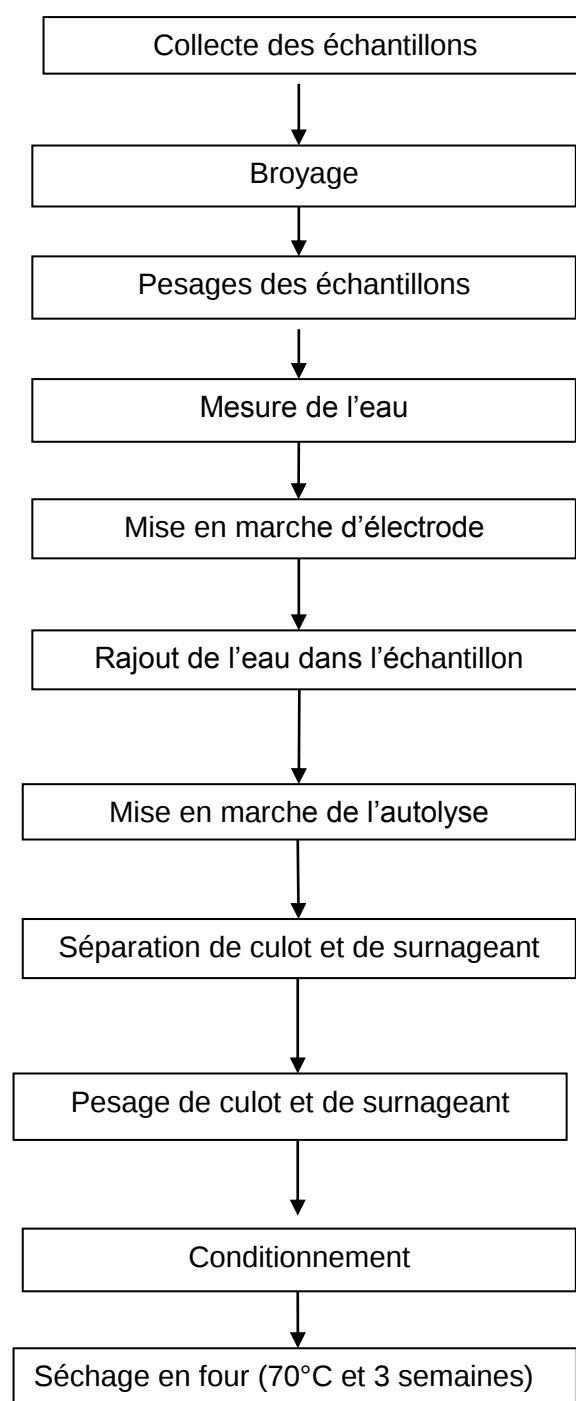


Figure 3. Étapes d'extraction de protéines

II.2.6. Identification des acides aminés

En plus des analyses de la composition, les acides aminés contenus dans les échantillons ont été identifiés.

• Principe

Les échantillons, déposés sur une phase fixe, sont entraînés par une phase mobile. Les acides aminés sont entraînés à des distances variables en fonction de leur solubilité dans le solvant, en fonction de leur affinité pour la phase fixe et de leur taille moléculaire. La révélation se fait à l'aide d'une solution de ninhydrine (RANDRIAMIDOSY., 2022).

• Mode opératoire

Pour chaque échantillon (matière première, surnageant et culot), une quantité correspondant à 0,15 g de protéines a été mélangée avec 0,5 ml d'acide chlorhydrique de 6 normalités (6 N). Ensuite, la préparation a été mise dans un mini-digester pendant 72 heures à 110 °C et, après, elle a été séchée dans une étuve à 70 °C.

✓ Chromatographie sur couche mince

Après avoir préparé les acides aminés témoins, les échantillons à analyser ont été solubilisés avec de l'eau distillée avec un vortex. Les acides aminés témoins et les échantillons à analyser ont été ensuite déposés sur les lignes de dépôt sur une plaque de silice (distance : 1,4 cm pour chaque échantillon).

La plaque a été mise dans la cuve contenant butanol, acide acétique et eau distillée (6/2/2) qui constitue la phase mobile. La chromatographie a été arrêtée en enlevant la plaque quand la phase mobile atteint 1 cm du bord supérieur de la plaque.

Pour identifier les acides aminés présents dans chaque échantillon (matière première, surnageant et culot à partir des têtes de crevettes), la référence frontale a été calculée selon la formule ci-dessous. Les matériels utilisés durant l'identification des acides aminés par chromatographie sur couche mince sont à l'**annexe 21**.

$$R_f = d / D$$

Avec :

R_f : Référence frontale

d : Distance parcourue par la substance, en cm ;

D : Distance parcourue par la phase mobile, en cm.

II.2.7. Analyses toxicologiques des autolysats

Afin d'assurer la sécurité des consommateurs des produits fabriqués à partir des sous-produits des crabes et des crevettes, des analyses toxicologiques des produits finis ont été effectuées au laboratoire toxicologique sis au campus Universitaire d'Ambondrona Mahajanga (LRBES).

Un des objectifs de cette étude est de déterminer la qualité toxicologique de l'extrait autolytique obtenu à partir des têtes de crevettes. Pour ce faire, les comportements des rats après l'administration d'extrait à différents intervalles de temps : 1 heure, 24 heures, 48 heures et 72 heures ont été évalués.

II.2.7.1. Préparation des produits à analyser

Selon la méthode décrite par MIOSSEC *et al.* (1998), 250 mg de produits doivent être mis dans 1 l d'eau distillée. La solution est agitée manuellement durant 2 à 5 mn (MIOSSEC *et al.*, 1998). Dans cette étude, en référant l'aliment additif pour le cas d'intoxication alimentaire, l'hypothèse : 50 ml d'eau distillée ont été mises dans trois boîtes de yaourt vides notées respectivement 1, 2 et 3. Par la suite, 20 g, 30 g et 40 g d'extrait protéique ont été ajoutés respectivement dans les boîtes N°1, N°2 et N°3 (**Photo 13**). Les solutions ont été agitées jusqu'à ce qu'elles soient complètement homogènes. Chaque solution a été aspirée dans une seringue de 5 ml et introduite directement au niveau de la bouche d'un rat de laboratoire (gavage) à raison de 10 ml/kg. Ainsi que chaque échantillon (solution préparée) a été testé pour trois rat de même lot.



Photo 13 : Pesage des extraits avant introduction

II.2.7.2. Préparation des rats

Douze rats mâles de même sexe, même âge et même poids ont été divisés en quatre lots et trois rats par lot. Le premier lot sert de témoin (T). Pour le deuxième lot (A), la dose de 20 g d'extrait dilués dans 50ml d'eau distillée a été testée sur chaque rat. Celles de 30 g/ 50 ml et de 40 g/50 ml ont été administrées respectivement au troisième lot (B) et au quatrième lot (C) (**Photo 14**).

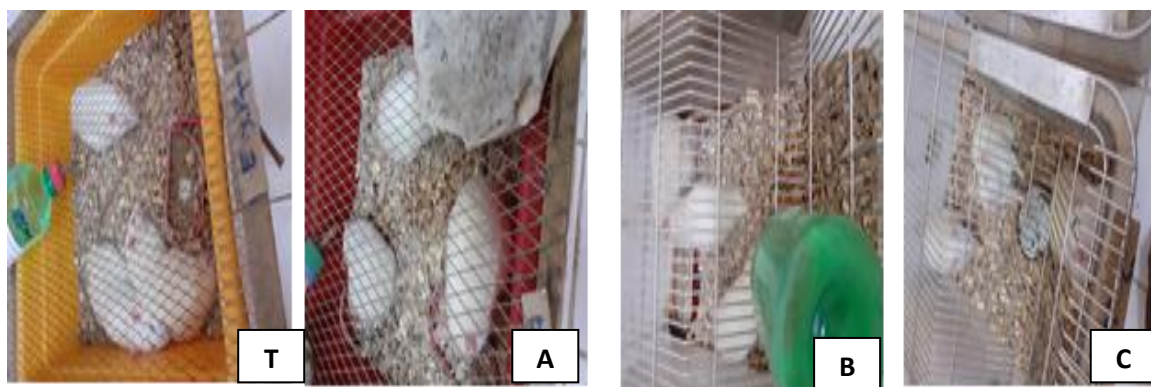


Photo 14 : Présentation des rats par lot

II.2.7.3. Étude des comportements des rats

Le test des comportements est une étude de toxicité par les comportements de rat après l'administration de l'extrait. Ces comportements sont constitués par la dilatation des orbites oculaires, le hérissément de poils, la réduction d'appétit, le frottement du museau, l'accélération de la fréquence respiratoire, le picotement de la tête et la réduction de la mobilité.

II.2.7.4. Introduction des extraits dilués

La quantité d'extrait administrée est obtenue suivant la formule suivante :

$$\begin{array}{c} \boxed{Q = D \text{ (mg)} \times m \text{ (g)}} \rightarrow \boxed{Q = \frac{D \text{ (mg)} \times m \text{ (g)}}{1000 \text{ (g)}}} \rightarrow \boxed{Q = \frac{50 \text{ (mg)} \times 200 \text{ (g)}}{1000 \text{ (g)}}} \rightarrow \boxed{V(\text{ml}) = \frac{Q}{C}} \end{array}$$

Avec :

Q : Quantité d'extrait, en g ;

D : Dilution d'extrait, en mg ;

m : Masse d'extrait, en g ;

V : Volume de dilution, en ml ;

C : Concentration de dilution, en g/ml ;

1000 g : Présente Kg de rat.

Les extraits dilués ont été mis dans une seringue et introduit directement au niveau de la bouche de rat (**Photo 15**). La dose introduite pour un rat est de 10 ml par kg, c'est dans le cadre de pharmacologie. Ainsi, 10 ml des d'extraits par kg de rat ont été utilisés. Alors que les rats pèsent généralement 320 g, d'où on introduit 3,2 ml d'extrait à chaque rat (KONKON *et al*, 2006).

II.2.7.5. Évaluation de la durée d'efficacité des extraits aux rats testés

Selon la méthode décrite par MIOSSEC *et al.*, (1998), les tests durent environ 6 jours. Les rats ont été surveillés d'une heure, 24 heures, 48 heures et 72 heures après l'introduction des extraits. Les tests se divisent en deux parties : la première partie a une durée de 3 jours, c'est le test de comportement et la deuxième partie a duré 3 jours aussi, c'est le test d'urine et selle.

Les solutions ont été introduites par gavage et tous les matins, à la même heure, de repas des rats (7 h 30 mn). Les paramètres suivis durant l'étude peuvent être regroupés en deux parties ci-après :

- Étude des comportements. Il s'agit d'observer les animaux sur les points suivants :
 - ✓ Dilatation des orbites oculaires ;
 - ✓ Hérissure de poils ;
 - ✓ Réduction d'appétit ;
 - ✓ Frottement du museau ;
 - ✓ Accélération de fréquence respiratoire ;
 - ✓ Picotement de la tête ;
 - ✓ Réduction de la mobilité ;
 - ✓ Étude des matières fécales et de l'urine.

La **photo 15** ci-dessous présente le mode d'introduction des extraits de surnageant au rat.

- F701 pour les feuilles de manioc 5 g/250 g ;
- F801 pour les feuilles de manioc 10 g/250 g.



Photo 15. Introduction des extraits au rat

II.2.8. Choix des aliments utilisés

Les feuilles pilées de manioc ont été choisies comme aliment à améliorer ou enrichir. Cet aliment est très fréquenté par les personnes vulnérables ou en malnutries.

Le deuxième aliment choisi est la catelless. C'est un aliment attirant pour beaucoup de personnels travailleurs.

II.2.9. Introduction des autolysats dans quelques aliments

Les autolysats préparés ont été mélangés avec les aliments choisis. Les extraits protéiques ont été introduits dans des feuilles pilées de manioc et catelles à base de pomme de terre afin d'enrichir leur valeur nutritionnelle.

II.2.10. Expérience hédonique des aliments préparés

Dans cette étude, les qualités sensorielles de deux types d'aliments ont été évaluées. Ces aliments sont les feuilles pilées de maniocs et les catelles.

Lors de l'épreuve hédonique, afin de garantir l'anonymat, les échantillons ont été codés avec un nombre à 3 chiffres (WATTS *et al.*, 1991) :

- C311 pour le catelless 0 incorporation (témoin) ;
- C111 pour le catelless incorporé 5 g d'autolysat /5 ml d'eau ;
- C511 pour le catelless incorporé 5 g d'autolysat / 10 ml d'eau ;
- C205 pour le catelless incorporé 5 g d'autolysat /15 ml d'eau.

Durant l'analyse sensorielle des feuilles pilées de manioc, les codes utilisées sont les suivants :

- F602 pour les feuilles pilées de manioc témoin ;
- F402 pour les feuilles pilées de manioc 2 g d'autolysat /250 g ;
- F701 pour les feuilles pilées de manioc 5 g d'autolysat / 250 g ;
- F801 pour les feuilles pilées de manioc 10 g d'autolysat / 250 g.

II.2.10.1. Préparation des places pour l'évaluation sensorielle

Des tables et bancs ont été préparés pour placer les aliments à déguster. Les dégustateurs seront placés à 1,50 m de distance pour éviter les triches de résultats. Ils seront installés sur une table dans une salle d'évaluation sensorielle des aliments avant de commencer les essais.

II.2.10.2. Confection des fiches d'évaluation sensorielle

Les feuilles pilées de manioc et les catelles sont des aliments sélectionnés comme aliments de base à recevoir les extraits protéiques des têtes de crevettes grâce à leur utilisation courante par la population. Afin de connaître les qualités sensorielles de ces aliments, le goût, l'odeur et la forme des produits ont été évalués. Le questionnaire correspondant est mentionné dans l'**annexe 22**.

II.2.10.3. Recrutement et formation des dégustateurs

Au début, vingt et un (21) étudiants, en Master II du Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées (BMBA), de la Mention de Biochimie et Sciences de l'Environnement (BSE) au sein de la FSTE de l'Université de Mahajanga ont été recrutés. Ces étudiants ont été formés pendant trois séances pour l'évaluation sensorielle (**Annexe 23**).

Les conditions de recrutement des dégustateurs ont été liées au sexe, avec six filles (06) et cinq (05) garçons. Ces onze étudiants vont évaluer les mêmes produits. Pour la réalisation des essais sensoriels, onze (11) dégustateurs ont donc été sélectionnés parmi les vingt et un étudiants formés. Les critères de sélection sont proportionnels au niveau de compétence sur les analyses sensorielles.

II.2.10.4. Mode de préparation et introduction des autolysats aux aliments

Deux échantillons ont été choisis comme aliments de base. Ces échantillons sont les feuilles pilées de manioc et les catelles. Ce sont des aliments consommés couramment par les Malgaches avec différents niveaux de vie. Les feuilles pilées de manioc, les pommes de terre et la farine nécessaire pour préparer les catelles ont été achetées au marché de Mahabibo, Mahajanga. Les échantillons enrichis avec différentes doses d'extraits, puis cuits et refroidis ont été codés. Le **tableau 9** ci-dessous présente les quantités d'extrait ajouté et les codes correspondants.

Tableau 9. Mode de préparation des feuilles pilées de manioc, catelles avec extrait

Feuilles pilées de manioc et extrait protéiques		Extraits protéiques/ Ajouté aux catelles	
Codes	Doses (En grammes)	Codes	Doses (En grammes par ml)
F602	Témoin (Feuilles pilées de manioc)	C311	Témoin (Catelless sans extrait)
F402	2 g/250 g	C111	5 g/ 5 ml d'eau
F701	5 g/ 250 g	C511	5 g/ 10 ml d'eau
F801	10 g/ 250 g	C205	5 g/15 ml d'eau

II.2.10.5. Réalisation des essais sensoriels

Onze (11) Étudiants sélectionnés ont été placés dans une grande salle de onze tables et bancs intercalés. Les échantillons codés dans une petite assiette alimentaire ont été laissés devant de 11 étudiants en présence de petites cuillères, de serviette de table et d'une petite bouteille d'eau minérale (**Annexe 23**). L'eau minérale a été utilisée pour rincer la bouche après chaque dégustation et les serviettes de table ont été utilisées après le lavage des mains. Les étudiants entourent les points dans la fiche (**Annexe 22**) selon leur appréciation des aliments codés. Quelques photos présentent la réalisation des essais sensoriels, les Étudiants en Master II Parcours BMBA (dégustateurs), le Doctorant et le Professeur (Directeur de Thèse) (**Annexe 23**)

II.2.10.6. Transformation de données sensorielles en notations numériques

Les catégories descriptives cochées par les dégustateurs lors de l'évaluation sensorielle ont été converties en notations numériques. Celles-ci sont égales aux numéros d'ordre chronologique des catégories cochées.

II.2.11. Analyses statistiques des données obtenues

Les résultats obtenus sur les caractéristiques des sous-produits de crabes et de crevettes ont été analysés par la méthode statistique descriptive (moyenne et écart-type de trois déterminations indépendantes). Les résultats sur l'évaluation sensorielle ont été présentés sous forme d'un graphique. La moyenne des notes données par les onze dégustateurs durant l'évaluation sensorielle a été évaluée l'écart-type avec une probabilité de confiance à 95 % (pour $p \leq 0,05$: différence significative et pour $p \geq 0,05$: pas de différence significative) à l'aide du logiciel R-Studio version 3.2.

TROISIÈME PARTIE : RÉSULTATS

III. RÉSULTATS

III.1. Informations concernant les produits halieutiques à Mahajanga

Dans la ville de Mahajanga, on retrouve sept (07) Sociétés se spécialisant dans le secteur des produits halieutiques dont REFRIGEPÊCHE, SOMAPÊCHE, PÊCHEXPORT et SOGEDIPROMA. Cette étude a été conduite sur ces 04 Sociétés. Le **tableau 10** ci-dessous met en exergue les types de produits, les modes de traitements ainsi que les lieux de rejet des sous-produits halieutiques de ces Sociétés.

Tableau 10. Types des produits, mode des traitements et lieu de rejet de sous-produits des Sociétés dans la ville de Mahajanga

Sociétés	Types de produits	Mode de traitement	Lieux de rejets de sous-produits
SOMAPECHE	-Crevettes, -Poissons.	Décorticage, étêtages	Dans la mer et où il y a des ramasseurs.
PECHEXPORT	-Crevettes, -Crabes, -Poissons.	Décorticage, étêtages	Dans la mer.
REFRIGERPECHE	-Crevettes, -Poissons.	Décorticage, étêtages	Dans la mer.
SOGEDIPROMA	-Crevettes, -Crabes, -Poissons.	Décorticage, étêtages	Croisement Boanamary

Les Sociétés SOMAPÊCHE et REFRIGEPÊCHE traitent des crevettes, des poissons par décorticage et étêtage, elles rejettent leurs sous-produits dans la mer où il y a des personnes ramasseurs. Alors que la Société PÊCHEXPORT et SOGEDIPROMA traitent des crevettes, des poissons ainsi que des crabes par décorticage et étêtage, elles rejettent respectivement leurs sous-produits dans la mer et au croisement Boanamary. Les quatre Sociétés enquêtées de la ville de Mahajanga traitent généralement leurs produits par décorticage et étêtage.

La **figure 4** ci-après présente les quantités, en tonnes, dans une année, des produits et sous-produits halieutiques de crevettes dans les Sociétés SOGEDIPROMA, REFRIGEPÊCHE, SOMAPECHE et PECHEXPORT de la ville de Mahajanga.

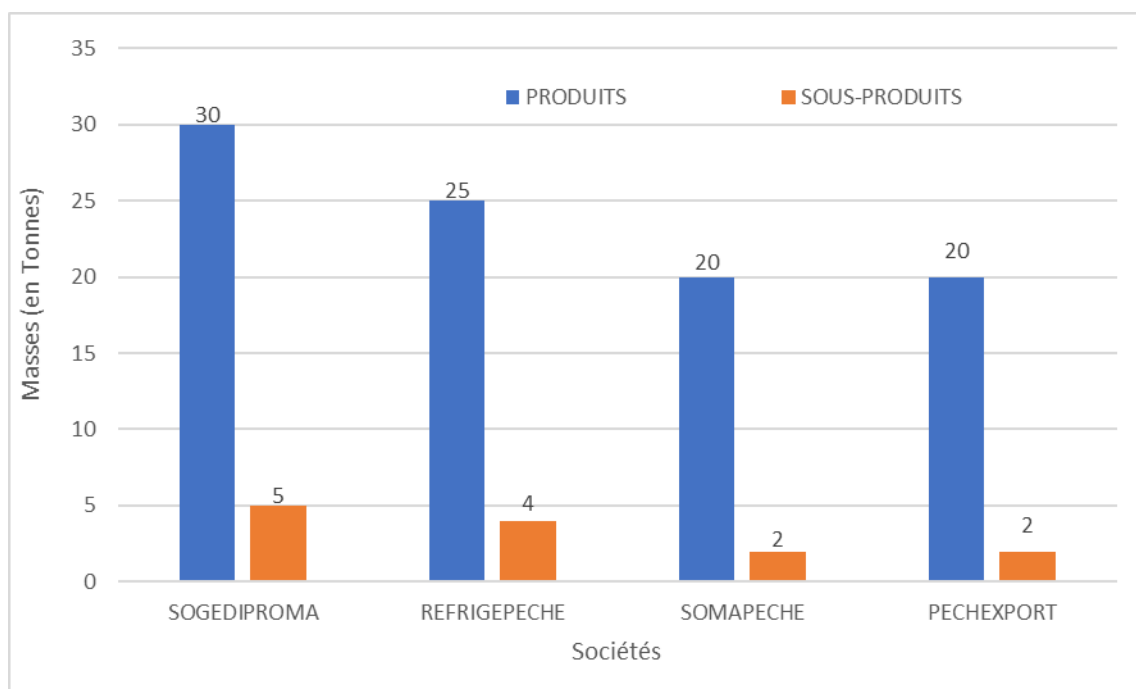


Figure 4. Production des crevettes, des crabes et leurs sous-produits à Mahajanga

La **figure 4** ci-dessus montre que la Société SOGEDIPROMA produit 30 tonnes de produits halieutiques et 5 tonnes de sous-produits halieutiques par an. Elle se place donc en tête de liste pour la production comparée aux autres Sociétés. Ceci vient, du fait que, cette Société a le plus de matériels de traitement et de collectes que les trois autres. En plus, ses collectes s'étendant dans divers produits halieutiques comme les crabes, les crevettes et les poissons. Pourtant, les deux Sociétés SOMAPÈCHE et PECHEXPORT produisent le minimum de produits (20 tonnes) et de sous-produits (2 tonnes) par an. Ces deux Sociétés ne traitent que des crevettes et des poissons, mais pas de crabes.

Après le calcul de la moyenne, les 04 Sociétés enquêtées de la ville de Mahajanga ont une production de crevettes de 23,75 tonnes pour l'année 2019.

III.2. Qualité microbiologique des carapaces de crabes et des têtes de crevettes

Les nombres de colonies de germe *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Vibrio*, *Salmonella* et Flores totales dans les têtes de crevettes et dans les carapaces de crabes collectées dans les Sociétés de la ville de Mahajanga sont présentés dans le **tableau 11**.

Tableau 11. Qualités microbiologiques des carapaces de crabes et des têtes de crevettes

Germes	Normes En nombres UFC	Carapaces de crabes		Têtes de crevettes	
		Nombres de colonies	Conclusion	Nombres de colonies	Conclusion
<i>Escherichia coli</i>	10 / g	18	Acceptable	Abs	Satisfaisante
<i>Clostridium</i>	10 / g	Incomptable	Non Satisfaisante	Abs	Satisfaisante
<i>Vibrio</i>	Non détecté/25 g	Abs	Satisfaisante	Abs	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	Non détecté/25 g	Abs	Satisfaisante	Abs	Satisfaisante
Flores totales	10 000	5 000	Satisfaisante	90	Satisfaisante

UFC : Unité de Format colonie

Les germes *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Vibrio*, *Salmonella* et Flores totales sont généralement des germes rencontrés dans les têtes des crevettes et les carapaces des crabes. Les carapaces des crabes présentent 18 colonies d'*Escherichia coli* et 5 000 colonies de Flores totales. Les colonies de *Clostridium* sont incomptables. Mais, les germes *Vibrio* et *Salmonella* sont absents dans les carapaces de crabes. Alors que les têtes de crevettes collectées dans les Sociétés de la ville de Mahajanga ne contiennent pas d'*Escherichia coli*, *Clostridium*, *Vibrio* et *Salmonella*, mais elles présentent 90 colonies des Flores totales.

III.3. Germe identifié dans les têtes de crevettes

Le germe *Streptococcus lutetiensis* a été identifié dans les têtes de crevettes. Les caractéristiques de ce germe sont les suivants : colonies rondes et lisses, son diamètre est environ 1 mm sur de la gélose trypticase soja avec 5 % de sang de mouton après incubation à 37 °C pendant 24 h. Les colonies étaient gris clair et en forme de pointe d'aiguille, avec α -hémolyse.

Elles sont apparues sous forme de courtes chaînes de cellules gram-positives. Tous les isolats ont fermenté de l'esculine, du saccharose, du tréhalose et du sorbitol.

Après 24 heures et 48 heures d'incubation aucune colonie de germe *Streptococcus lutetiensis* n'a été rencontrée. Mais, après 72 heures d'incubation, 48 colonies de germe *Streptococcus lutetiensis* ont été identifiées par l'utilisation du milieu MRS (deMan, Rogosa, Sharpe). Les caractéristiques de *Streptococcus lutetiensis* sont illustrées par la **photo 16** ci-dessous.

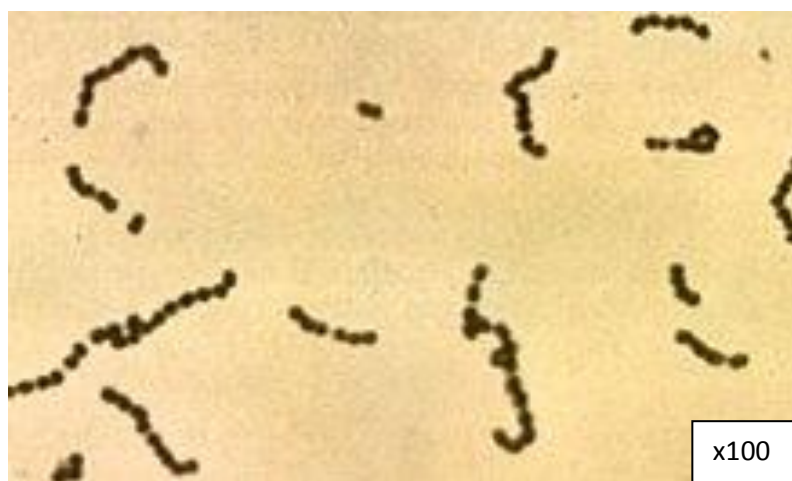


Photo 16. *Streptococcus lutetiensis* vue au microscope électronique

III.4. Qualité nutritionnelle des carapaces de crabes et des têtes de crevettes

La qualité nutritionnelle des aliments se rapporte surtout aux nutriments (glucides, lipides, protéines et les éléments minéraux) et à l'énergie qu'ils peuvent apporter. L'énergie et les divers nutriments doivent être fournis en quantité et en qualité suffisantes pour répondre aux besoins de l'organisme (métabolisme) (**CORPET, 2014**)

La **figure 5** ci-après présente la qualité nutritionnelle et les apports énergétiques des carapaces de crabes collectées dans la ville de Mahajanga.

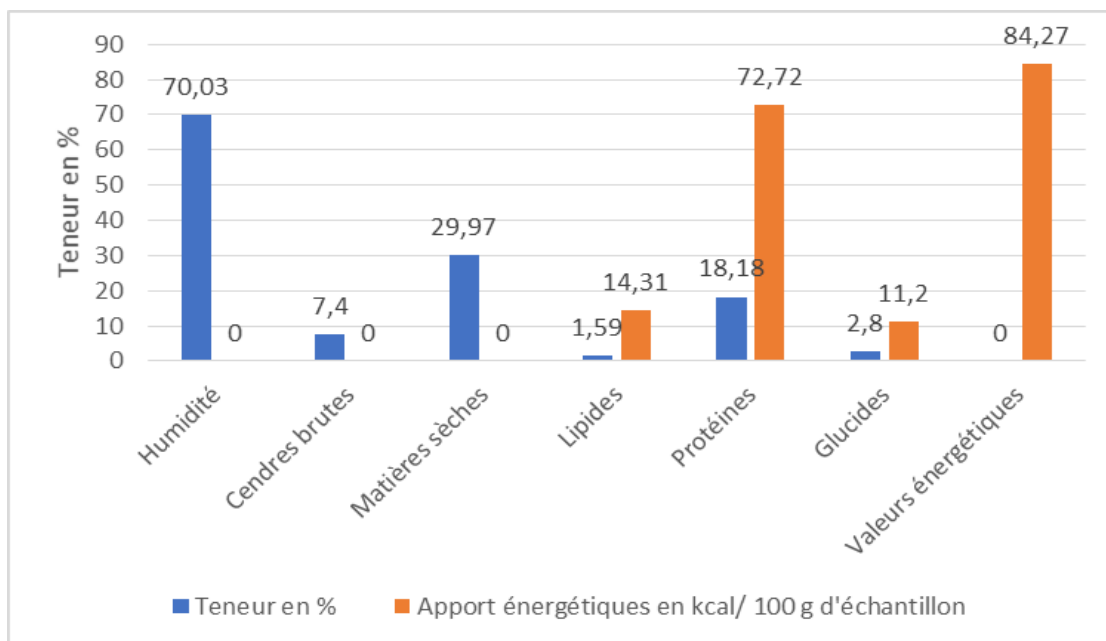


Figure 5. Composition des macronutriments des carapaces de crabes

Les carapaces des crabes collectés dans la ville de Mahajanga présente une grande quantité de la matière sèche et suivis de la quantité d'eau, de cendre brute, de protéines ainsi que des glucides mais elles ont très peu de lipide (**Figure 5**).

La **figure 6** ci-dessous, présente les compositions des éléments minéraux des carapaces de crabes.

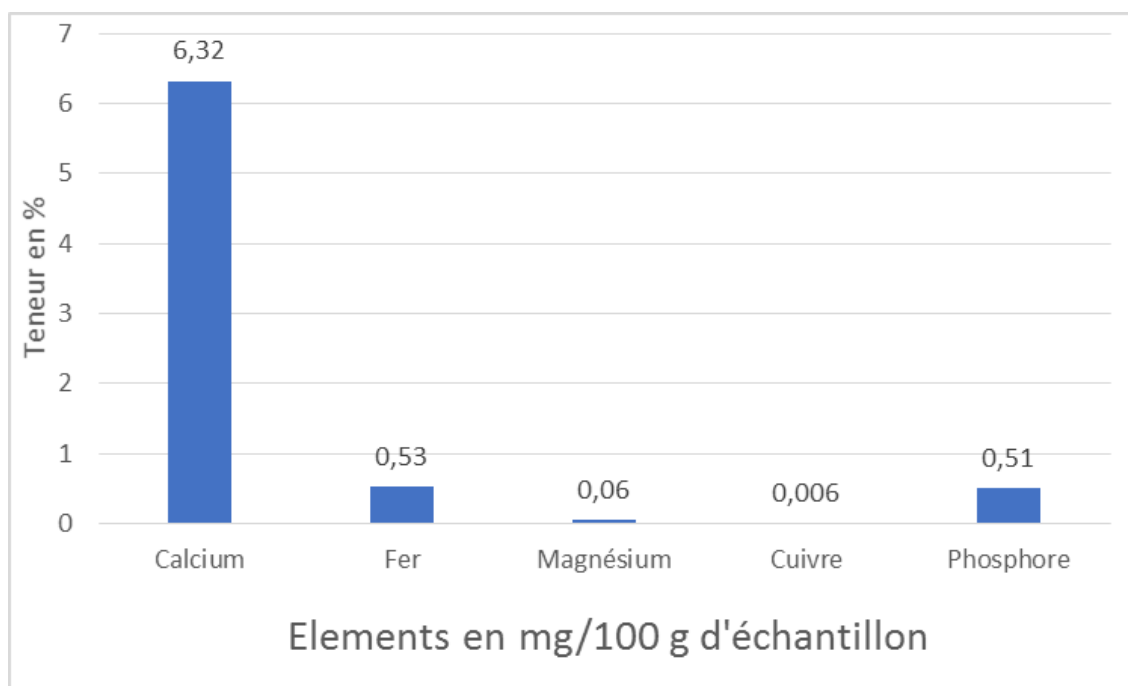


Figure 6. Composition des éléments minéraux des carapaces de crabes

Les carapaces de crabes apportent une grande teneur en Calcium, en fer et en Phosphore mais elles présentent une petite quantité en teneur magnésium et cuivre.

La **figure 7** montre la qualité nutritionnelle des têtes de crevettes collectées dans la ville de Mahajanga.

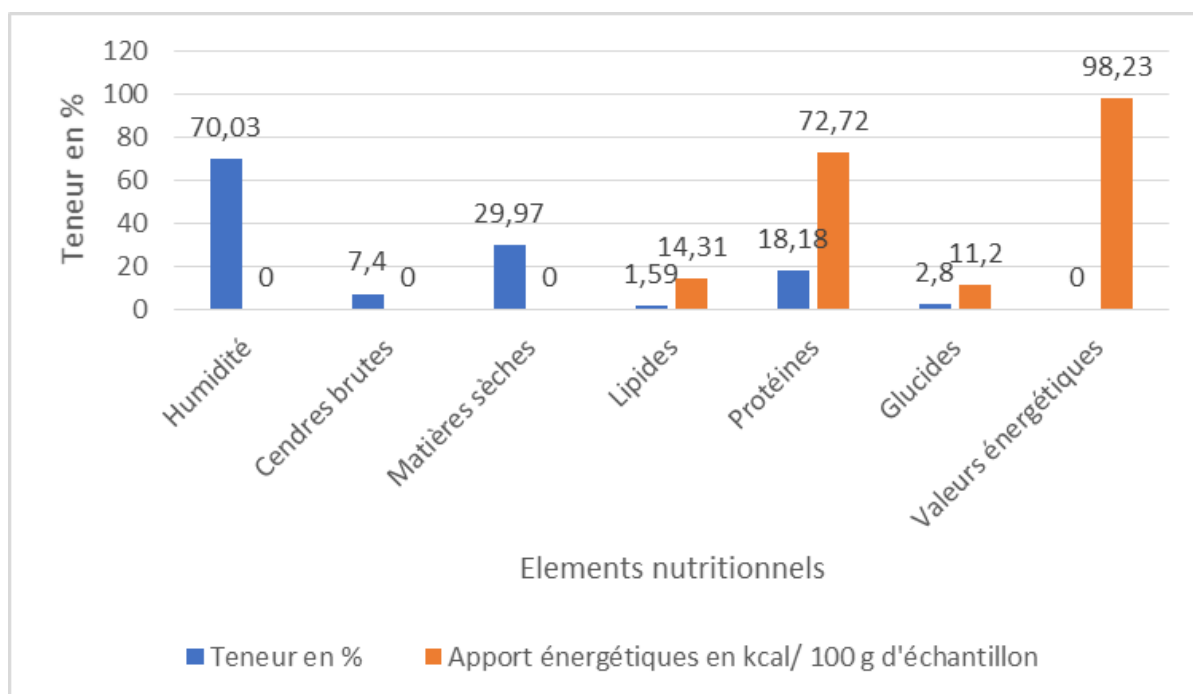


Figure 7. Composition biochimique des têtes de crevettes

Les têtes de crevettes collectées dans la ville de Mahajanga apportent une grande quantité, l'humidité, suivie de la matière sèche et des protéines mais, elles sont très faibles lipides. Elles présentent aussi une grande valeur énergétique.

III.5. Produits d'optimisation de l'autolyse des têtes de crevettes

Vue la mauvaise qualité microbiologique des carapaces de crabes, seules les têtes de crevettes ont fait l'objet d'autolyse pour la suite du travail. La température, la quantité d'eau et la durée de l'autolyse sont des paramètres optimisés durant cette étude. L'objectif de l'optimisation est d'identifier les paramètres les plus favorables ou plus rentables pour l'extraction des protéines des têtes de crevettes.

III.5.1. Solubilisation des protéines durant l'optimisation des paramètres

Durant l'autolyse, une étude de la solubilisation de protéines a été faite de chaque optimisation des paramètres. Deux prises d'essai ont été faites toutes les 30 minutes. La **figures 8** montre la cinétique de la solubilisation des protéines durant l'optimisation des différents paramètres « *Température* », mais la **figure 9** pour le paramètre « *Quantité d'eau*

utilisée » et la **figure 10** le paramètre « *Durée de l'autolyse* ». La solubilisation des protéines est calculée à partir de formule \$ II.2.5.3.

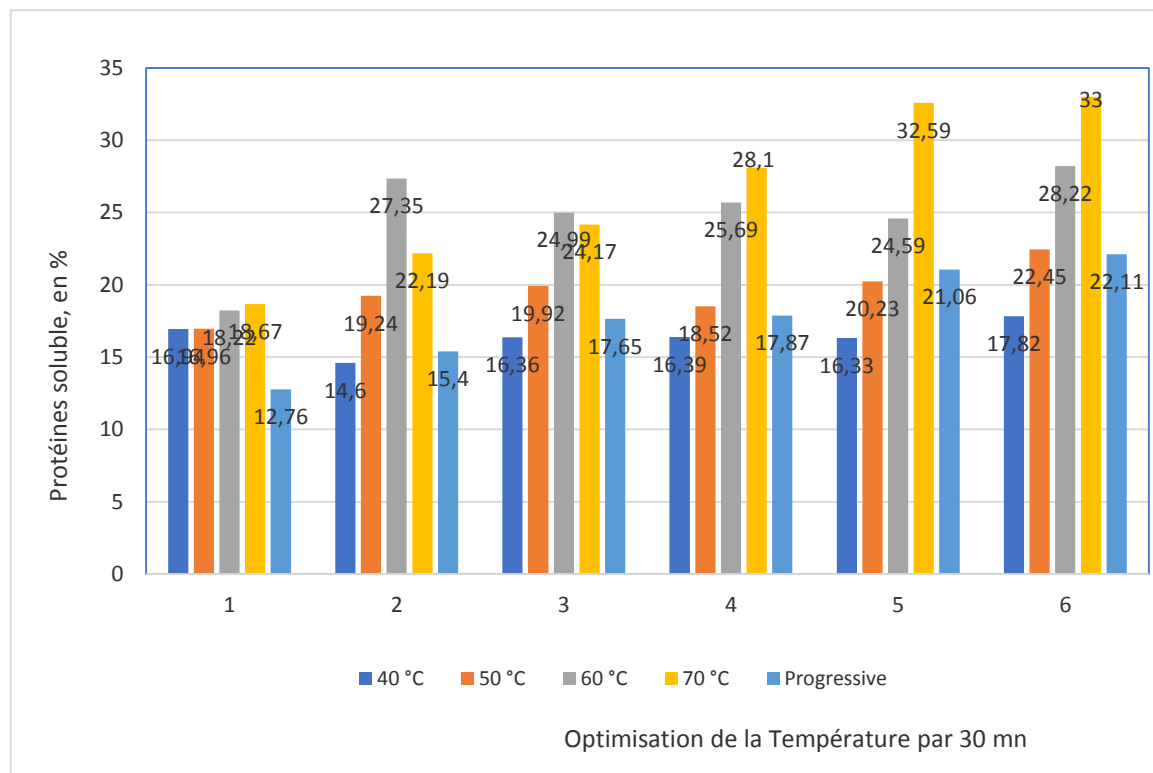


Figure 8. Solubilisation des protéines durant l’optimisation de la température

La couleur orange dans la **figure 8** indique la température 70 °C, grise 60 °C, marron 50 °C, bleue 40 °C et, enfin, la couleur bleu ciel présente la température progressive. Dans cette figure, la température 70 °C a obtenue 6 % de protéines qui sont la plus productive alors que pour 40 °C, il n’y a que 2,3 % de protéines, c’est le moins rentable.

La **figure 9** montre les proportions de protéines solubilisées durant l'optimisation de la quantité d'eau.

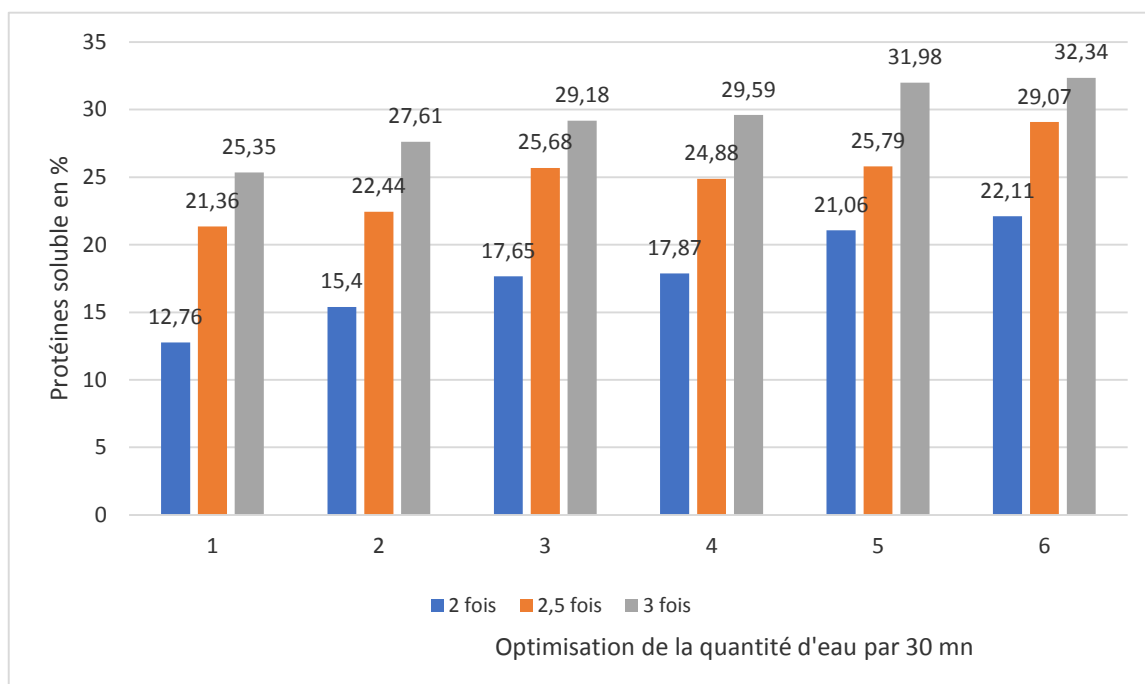


Figure 9. Solubilisations des protéines durant l'optimisation de la quantité d'eau utilisée

La quantité d'eau utilisée a été fixée à 2 fois, à 2,5 fois et à 3 fois de la masse de l'échantillon utilisé. C'est-à-dire, pour 120 g de l'échantillon, nous avons utilisé 240 ml de l'eau dans le cas de 2 fois. La couleur grise dans la **figure 9** présente la quantité 3 fois. Cette quantité a permis d'obtenir 6 % de protéines à la dernière 30 mn de l'expérience. C'est la valeur maximale par rapport aux autres quantités utilisées.

La **figure 10** indique les proportions de protéines solubilisées durant l'optimisation de la durée pour chaque 30 mn.

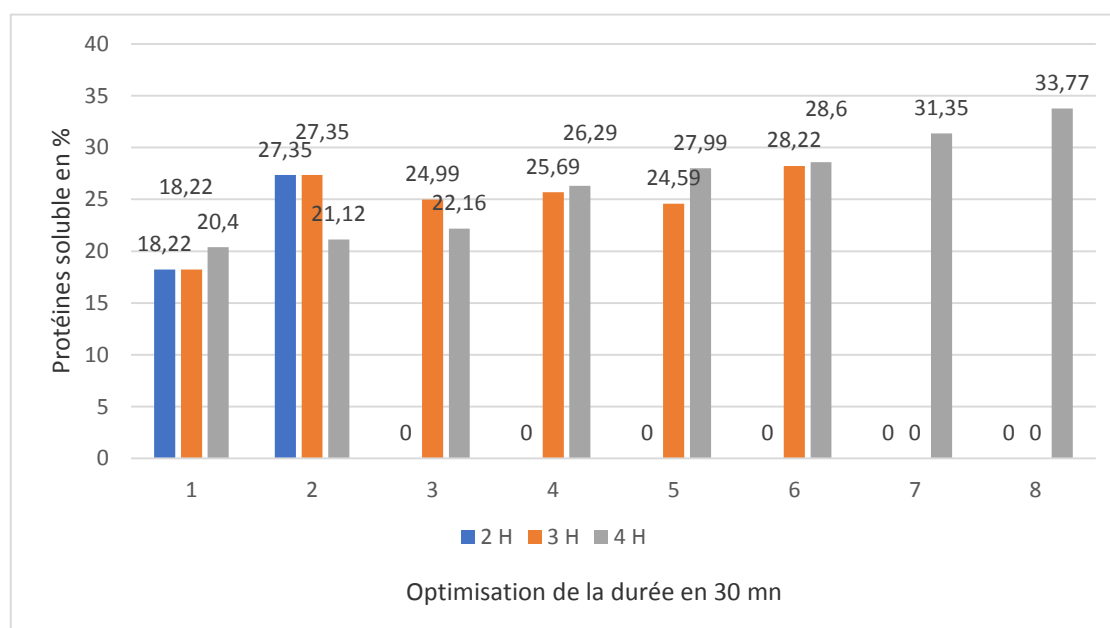


Figure 10. Solubilisations des protéines durant l'optimisation de la durée de l'autolyse

Les durées utilisées dans cette étude sont de 2 h, 3 h et 4 h. La durée 2 h est marquée par la couleur bleu, 3 h orange et 4 h grise. La durée 3 h a une valeur la plus élevée de la solubilité de protéines (28,6 %) alors que cette durée présente est moins rentable dans le cadre de la production de protéines qui a été vu durant l'optimisation des températures.

La **figure 11** présente la cinétique de la solubilisation des protéines durant l'utilisation de 300 colonies du germe *Streptococcus lutetiensis*.

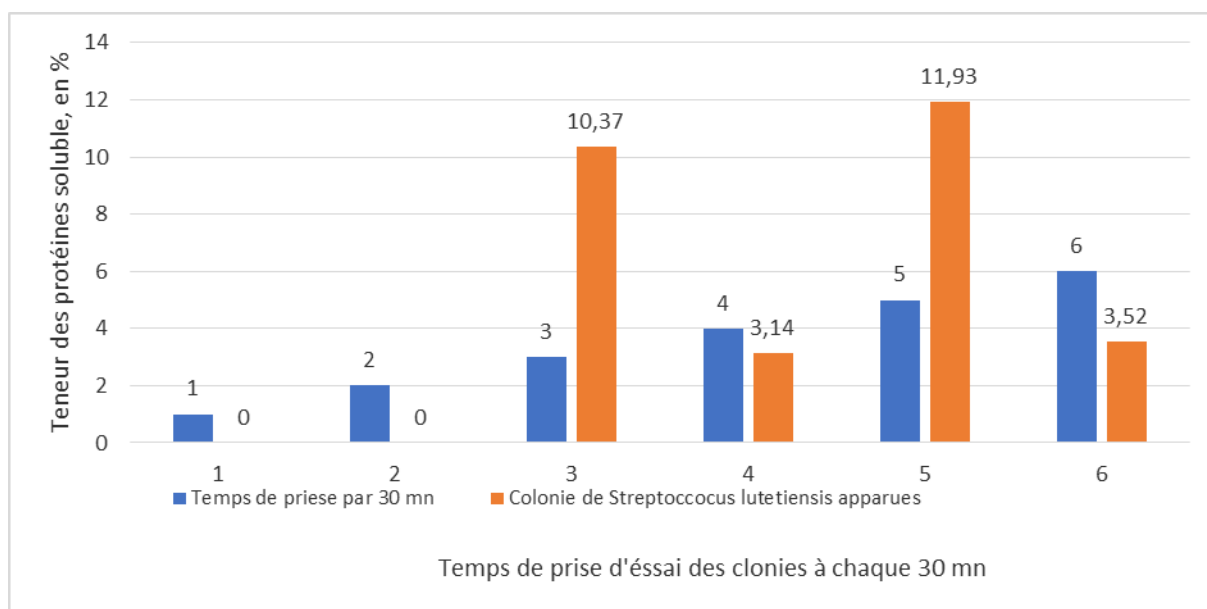


Figure 11. Solubilisation des protéines en utilisant le germe *Streptococcus lutetiensis*

Une heure après l'introduction de germe dans les échantillons de têtes de crevettes, il n'y pas de protéines solubles. Pourtant, après 2 h 30 mn de l'expérience, il y a 2,3 % de protéines solubles.

III.5.2. Taux de protéines dans les culots et sur les surnageants selon les paramètres optimisés

Le **tableau 12**, montre les résultats des différents paramètres utilisés dans cette recherche. Les échantillons traités de chaque paramètre ne sont pas identiques, c'est-à-dire, quelques échantillons conservés avant la continuation. Ce mode de traitement peut donner une différence de résultat.

Tableau 12. Teneurs en protéines des autolysats séchés en fonction des paramètres utilisés

Paramètres optimisés	Valeurs	Protéines de Culot pour 100 g	Protéines de Surnageant pour 100 g
Température en degré (°C)	40	47,37 ±0,26	69,14±0,325
	50	29,04 ±0.81	74,52± 0,13
	60	40,25 ± 0,425	80,27± 0,04
	70	30,57 ± 0,405	60,35 ±0,065
	40-60	35,73 ±0,11	62,22± 0,32
Durée en heure (h)	2	26,04± 0,115	56,84±0,075
	3	28,2±0,12	67,29±0,45
	4	30,48± 0,335	58,93± 0,17
Concentration d'eau en millilitre (ml)/poids des échantillons	2 x	30,48±0,335	58,93± 0,17
	2,5x	31,64± 0,085	67,29± 0,45
	3x	28,2±0,12	22,38± 0,54

La **figure 12** ci-après montre les teneurs en protéines des autolysats séchés des têtes de crevettes durant l'optimisation de température.

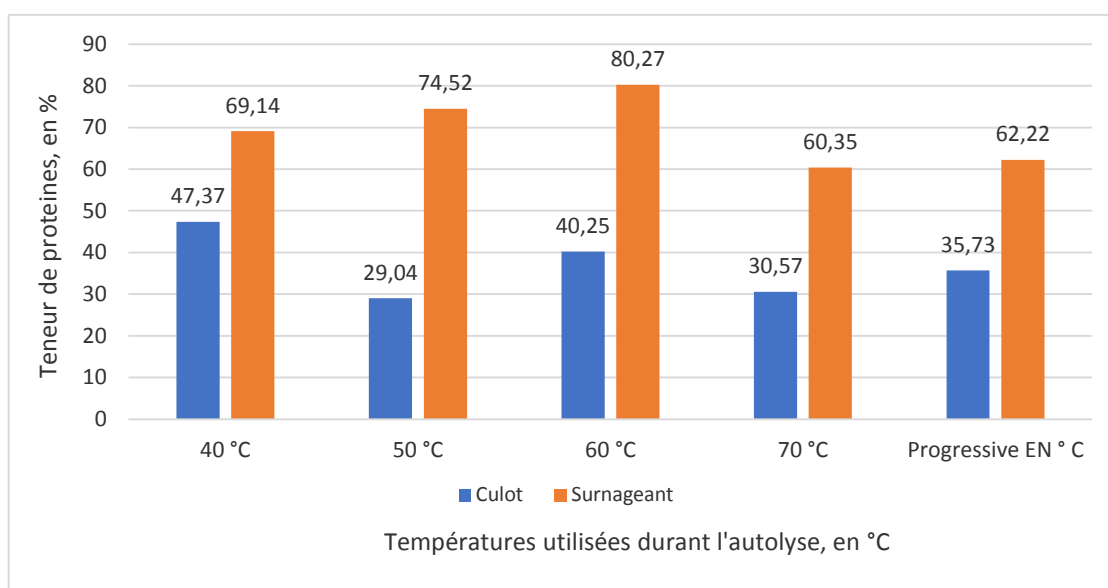


Figure 12. Protéines des autolysats de têtes de crevettes en fonction de la température

Cette figure indique que les teneurs en protéines de surnageant selon les températures sont variées de 60,35 % (à 70 °C) à 80,27 % (à 60 °C). Pour le culot, les teneurs en protéines selon les températures varient de 30,57 % (à 70 °C) à 47,37 % (à 40 °C).

La **figure 13** montre le résultat d'extraction de protéines des autolysats de têtes de crevettes durant l'optimisation de la durée.

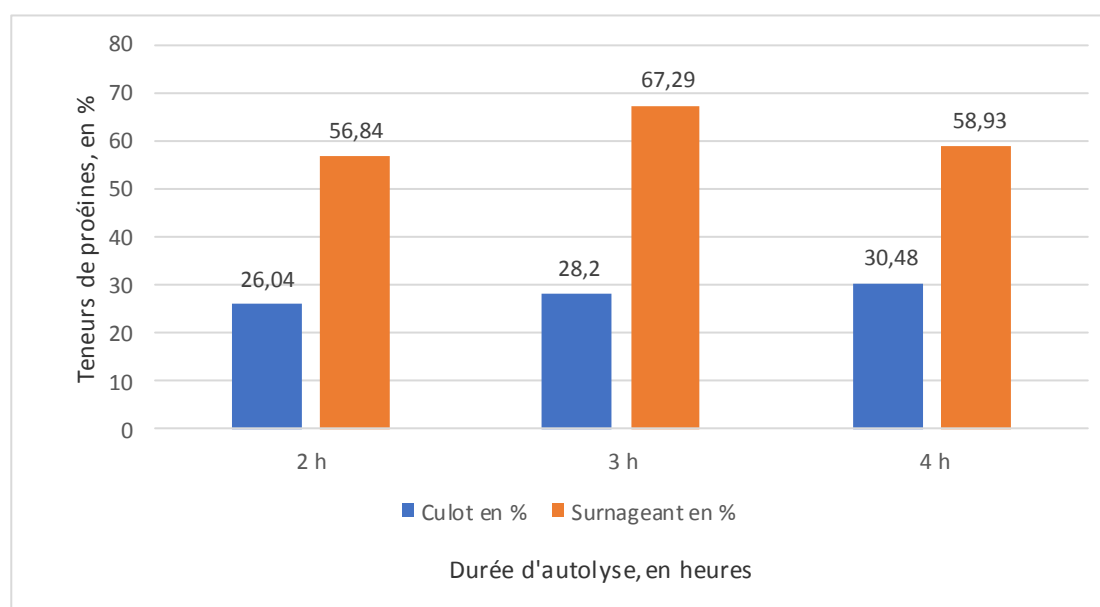


Figure 13. Protéine des autolysats de têtes de crevettes en fonction de la durée d'autolyse

Cette figure présente que les teneurs en protéines de surnageant selon la durée sont variées de 56,84 % (à durée 2 h) à 67,29 % (à durée 3 h). Alors que, le culot, ses teneurs en protéines sont variées selon la durée 26,04 % (à 2 h) à 30,45 (à 4 h).

La **figure 14** indique la protéine des autolysats de têtes de crevettes après l'optimisation de la quantité de l'eau.

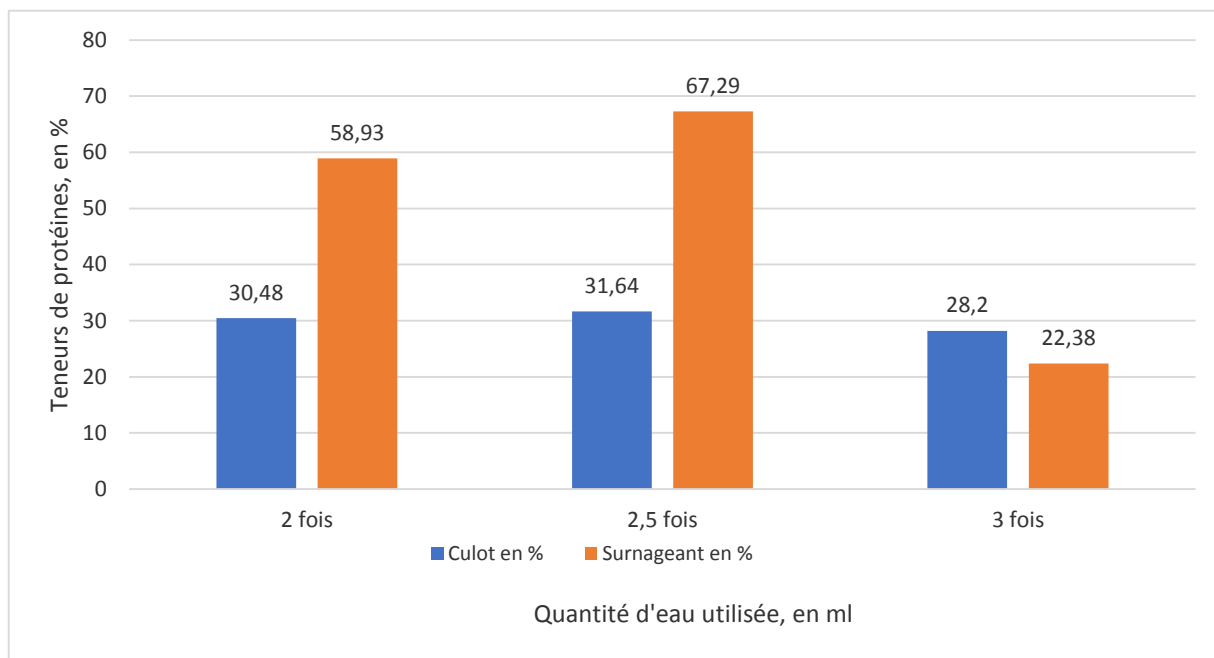


Figure 14. Protéines des autolysats en fonction de la quantité d'eau utilisée

Cette figure montre que les teneurs en protéines des surnageants selon les quantités d'eau sont variées de 3 fois de la masse (à 22,38 %) à 2,5 fois (à 67,29 %). Pour les culots, les teneurs en protéines sont aussi variés selon les quantités d'eau utilisées à 3 fois (à 28,2 %) à 2,5 fois (à 31,64 %).

III.5.3. Valeur nutritionnelle des autolysats des têtes de crevettes selon les paramètres

La température, la durée et la quantité d'eau sont des paramètres optimisés durant la réalisation de cette étude. Le **tableau 13** présente la qualité nutritionnelle des autolysats des têtes de crevettes de chaque température optimisée ainsi que de la durée 3 heures et de la quantité d'eau 240 ml pour 120 g d'échantillon.

La moyenne de protéines durant l'optimisation de la température pour 40 °C est de 2,98 %, 50 °C est de 3,55 %, 60 °C est de 4,51 %, 70 °C est 4,81 % et enfin la température progressive est 3,73 %.

La moyenne de protéine durant l'optimisation de la quantité d'eau, pour la quantité 2 d'eau 2 fois de celle des échantillons est 3,23 %, 2,5 fois est de 4,52 % et 3 fois est 5,33 %.

La moyenne de protéines durant l'optimisation de la durée, pour la durée 2 heures est de 4,14%, 3 heures est de 4,51 % et 4 heures 4,81 %.

Tableau 13. Qualité nutritionnelle des autolysats des têtes de crevettes en fonction des paramètres optimisés

Paramètres	Températures optimisées en degrés/ 3 heures/ 300 ml d'eau		
	40 °C	50 °C	60 °C
Humidité	8,09±0,195	5,26±0,085	7,70±0,07
Cendres brutes	8,08±0,245	7,71±0,39	9,89±0,09
Matières sèches	81,90±0,19	94,73±0,08	92,29±0,07
Lipides	12,25±0,23	4,14±0,14	0,76±0,05
Protéines	69,14±0,32	74,52±0,13	80,27±0,04
Glucides	2,51±0,165	91,64±0,75	1,37±0,17

Ce **tableau 13** présente la qualité nutritionnelle des autolysats des têtes de crevettes selon la température optimisée et de la durée fixée 3 h et de la quantité d'eau 300 ml par rapport aux échantillons 120 g. Il indique que la valeur nutritionnelle avec ecartype est différente, pour la matière sèche 92,295±0,075 (à 60 °C) à 81,905±0,195 (à 40 °C). Ainsi, La valeur en teneur de protéines avec ecartype est variée aussi à 80,27±0,04 (à 60 °C) à 69,14±0,325 (à 40 °C).

III.6. Qualité microbiologique des autolysats des têtes des crevettes selon les paramètres optimisés

Le nombre de colonies des germes identifiés dans les solutions contenant des têtes de crevettes a été présenté dans le **tableau 14** ci-après.

Tableau 14. Microorganismes de surnageant des têtes de crevette

Germes	Normes (UFC)*	Nombre d'UFC	Conclusion
Flore aérobie mésophile totale	1000	<1000	Satisfaisante
<i>Escherichia coli</i>	<1	Abs	Satisfaisante
<i>Clostridium</i> perfringens	<1	Abs	Satisfaisante
<i>Salmonella</i>	Non détecté/ 25 g	Abs	Satisfaisante
<i>Vibrio</i>	Non détecté/ 25 g	Abs	Satisfaisante

Source : FCD, 2020

Abs : Absent

Ce **tableau 14** indique que les germes identifiés sont absents dans les surnageants des têtes de crevettes. Le surnageant des têtes de crevettes a une bonne qualité microbiologique (Satisfaisante).

III.7. Qualité nutritionnelle de l'autolysat des têtes de crevettes selon les paramètres optimisés

Le **tableau 15** présente les qualités nutritionnelles des autolysats des têtes de crevettes selon les paramètres optimisés (Culot et surnageant).

Tableau 15. Composition nutritionnelle de l'autolysat de têtes de crevettes

Paramètres	Autolysat des têtes de crevettes	
	Culot en %	Surnageant en %
Humidité	1,81	12,42
Cendres brutes	42,38	10,73
Lipides	1,87	0,43
Protéines	28,67	63,46
Glucides totaux	25,27	12,96
Energie en kcal	141,59	309,55
Eléments minéraux		
Fe (mg/kg)	0,19 mg/kg	22,42 mg/kg
K (mg/100 g)	0,07 g/100 g	0,06 g/100 g

Ce **tableau 15** indique que les autolysats des têtes de crevettes ont des qualités nutritionnelles variées, pour le surnageant, les lipides 0,43 % ainsi que les protéines 63,46 % avec énergie 309,55 Kcal. Pour le culot, l'humidité 1,81 % et cendres brutes 42,38 % avec énergie 141,59 Kcal.

III.8. Acides aminés identifiés dans les échantillons

Les acides aminés des échantillons sont identifiés par comparaison des références frontales des acides aminés des échantillons à celles des acides aminés témoins.

Le **tableau 16** présente la composition en acides aminés des têtes de crevettes *Penaeus indicus* et de leurs dérivés autolytiques.

Tableau 16. Composition en acides aminés des têtes de crevette *Penaeus indicus* leurs autolysats

Acides aminés	RF (Référence Frontale)	Têtes de crevettes		
		Matière première (RF)	Surnageant (RF)	Culot (RF)
PHE	5,5	5,5	–	5,5
ARG	2	–	2	–
VAL	3,5	–	3,5	3,5
SER	3	–	3	–
ASP	3	–	3	3
TYR	3	–	3	–
HIS	1	1	1	–
LYS	1	–	1	–
LEU	3,5	–	3,5	–
ALA	1	–	–	1
CIS	3,5	–	–	3,5
AAE	–	1	9	3,5
AANE	–	5,5	11	13

ALA : Alanine ; **VAL** : Valine ; **LEU** : Leucine ; **THR** : Thréonine ; **SER** : Serine ; **ASP** : Acide aspartique ; **PHE** : Phénylalanine ; **LYS** : Lysine ; **HIS** : Histidine ; **CIS** : Cystéine ; **TYR** : Tyrosine. **AAE** Acides Aminés Essentiels ; **AANE** : Acides Aminés Non Essentiels.

Ce **tableau 16** montre que les autolysats des têtes de crevettes renferment plusieurs acides aminés avec des quantités variées. Pour le surnageant, il présente des PHE (à 5,5) et LYS, HYS (à 1) alors que le culot, il a de PHE (à 5,5) et ALA (à 1).

III.9. Caractéristique toxicologique d'autolysat

III. 9.1. Comportement des animaux testés

Le test de comportement est une étude de toxicité par le comportement de rat après l'administration d'extrait.

Le **tableau 17** montre un comportement normal (N) ou anormal (A) par rapport aux témoins. Ces tests ont une durée de trois jours. Les comportements n'ont aucun changement après 1 heure, 24 heures, 48 heures et 72 heures d'administration d'extrait (**Tableau 18, 19, 20 et 21**). Le lot 1 est constitué par le témoin, le lot 2 a reçu la dose de 20 g d'extrait/50 ml d'eau distillée, le lot 3 a reçu la dose de 30 g d'extrait/50 ml et le lot 4 a reçu la dose de 40 g d'extrait/50 ml. Après 3 jours de test, tous les rats sont restés normaux.

Tableau 17. Comportements des rats après 1 heure d'administration

Paramètres étudiés	Lot 1			Lot 2			Lot 3			Lot 4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dilatation des orbites oculaires	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Hérisssement de poils	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction d'appétit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Frottement du museau	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Accélération de fréquence respiratoire	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Picotement de la tête	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction de la mobilité	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N : Normale,

Le **tableau 18** indique que tous les comportements des rats étudiés ne dépassent pas le nombre 12, supposons que ce nombre est le témoin normal de rats. Notons que la série 1 est la dose 20 g d'extrait, le série 2 est la dose 30 g ainsi que le série 3 est la dose 40 g. Il n'y a pas de différence significative entre le Témoin et la dose le plus à risquer. Mais, il n'y a pas d'histogramme pour le témoin...

Le **tableau 18** présente les comportements des rats après 24 heures d'administration d'extrait pour tous les lots préparés. Les rats dans chaque lot n'ont aucun de nouveau comportement, ils sont normaux (N).

Tableau 18. Comportements des rats après 24 heures d'administration

Paramètres étudiée	Lot 1			Lot 2			Lot 3			Lot 4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dilatation des orbites oculaires	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Hérissément de poils	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction d'appétit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Frottement du museau	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Accélération de fréquence respiratoire	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Picotement de la tête	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction de la mobilité	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N : Normale

Le **tableau 19** ci-après résume les comportements des rats après 48 heures d'administration d'extrait. Les rats n'ont pas de comportement bizarre c'est-à-dire ils sont tous normaux (N).

Tableau 19. Comportements des rats après 48 heures d'administration

Paramètres étudiée	Lot 1			Lot 2			Lot 3			Lot 4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dilatation des orbites oculaires	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Hérisssement de poils	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction d'appétit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Frottement du museau	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Accélération de fréquence respiratoire	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Picotement de la tête	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction de la mobilité	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N : Normale

Le **tableau 20** présente les comportements des rats après 72 heures d'administration d'extrait. Les comportements étudiés sont dilatation des orbites oculaires, hérisssement des poils, réduction d'appétit, frottement du museau, accélération de fréquence respiratoire, picotement de la tête et réduction de la mobilité. Ces comportements ne rencontrent pas dans des rats de chaque lot.

Tableau 20. Comportements des rats après 72 heures d'administration

Paramètres étudiée	Lot 1			Lot 2			Lot 3			Lot 4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dilatation des orbites oculaires	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Hérisssement de poils	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction d'appétit	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Frottement du museau	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Accélération de fréquence respiratoire	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Picotement de la tête	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Reduction de la mobilité	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

N : Normale

III. 9.2. Présentation des matières fécales et des urines des animaux testés

Le **tableau 21** montre la masse et les aspects des matières fécales ainsi les volumes, les aspects des urines des rats testés par lots. Les rats du lot A ont reçu 20 g d'extrait, ceux du lot B et du lot C en ont reçu 30 g et 40 g respectivement.

Tableau 21. Présentation des matières fécales et des urines des rats en 24 heures

RATS par lot	Code	MATIERES FECALES		URINE	
		Masse (En g)	Aspects (Dur ou mou)	Volume (En ml)	Aspects (Couleur)
T	1	6	Dur	1	Claire
	2	5,8	Dur	0,5	Claire
	3	7	Dur	1	Marron
A	4	2,19	Dur	0,9	Marron
	5	4	Dur	0,2	Marron
	6	5,12	Dur	1	Marron
B	7	8,17	Dur	3	Claire
	8	2,5	Dur	0,8	Claire
	9	3,72	Dur	0,1	Marron
C	10	9,24	Dur	0,8	Marron
	11	9,82	Dur	0,8	Marron
	12	7,3	Dur	0,7	Marron

Lot T : Témoin (aliment normal) ; **Lot A** : à extrait dosé 20 g / 50 ml d'eau ; **Lot B** : extrait dosé 30 g/ 50 ml d'eau ; **Lot C** : extrait dosé 40 g/ 50 ml d'eau.

Les rats dans le lot T sont les témoins de cette expérience. La masse moyenne de la fécale des rats A et B sont inférieure de la masse des Témoins, ce qui présente les fécales normales. Par contre, le lot C a une masse moyenne supérieure de la masse des témoins. Les fécales des rats sont généralement dur ce qui nous présente la normalité de l'intestin.

Pour la couleur de l'urine les lots A, B et C sont généralement marron donc leurs urines il y a une différence de couleur par rapport aux témoins T.

III.10. Qualité sensorielle des aliments ajoutés d'autolysat

L'appréciation des produits dégustés par les étudiants est montrée dans le tableau 23 pour les feuilles pilées de manioc et dans le tableau 22 pour les catelles.

Tableau 22. Appréciation des dégustateurs (feuilles pilées de manioc)

Codes	Attributs qualitatifs	Notes								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
F602	Gout	0	0	1	4	5	1	0	0	0
	Odeur	0	0	1	3	4	1	2	0	0
	Forme	0	1	2	1	6		1	0	0
F402	Gout	0	1	2	1	2	3	1	1	0
	Odeur	0	0	5	1	0	1	2	1	0
	Forme	0	1	1	1	5	2	1	0	0
F701	Gout	1	1	2	1	0	3	3	0	0
	Odeur	1	1	1	2	0	2	2	2	0
	Forme	0	0	2	0	5	2	2	0	0
F801	Gout	0	0	0	0	1	4	5	1	0
	Odeur	0	1	0	1	3	2	1	2	0
	Forme	0	0	0	3	3	2	2	1	0

Le **tableau 23**, concernant les feuilles de manioc, 5/13 (38,46 %) , 4/13 (30,76 %) et 6/13 (46,15 %) des dégustateurs ont choisi le point 5 pour le goût, l'odeur et la forme des échantillons codés F602 (Témoin) : il est alors moyennement apprécié. Pour l'échantillon codé F402 (avec 5 g d'extrait pour 250 g de feuille de manioc), 3/11 ont choisi 4 pour le goût ; 5/11 ont choisi 3 pour l'odeur et 5/11 ont choisi 5 pour la forme.

Concernant l'aliment codé F701 (10 g/ 250 g de feuille de manioc), 3/11 des dégustateurs ont donné 6 points pour le goût, 3/13 ont attribué 3 points à l'odeur et 5/13 ont donné 5 points pour la forme. Pour l'aliment F801, (2 g d'extrait/250 g de feuilles de manioc), 5/11 dégustateurs ont donné 7 points pour le goût, 3/11 dégustateurs ont octroyé au point 7 points pour l'odeur et 5/11 dégustateur ont attribué 5 points à la forme. L'aliment codé F801 est donc très apprécié pour le goût et l'odeur et moyennement apprécié pour la forme.

Tableau 23. Appréciation des dégustateurs combinés (Catelles).

Codes	Attributs qualitatifs	Notes								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
C311	Gout	0	0	0	1	1	2	4	2	1
	Odeur	0	0	0	0	1	4	2	4	0
	Forme	0	0	0	0	2	4	3	2	0
C111	Gout	0	0	0	0	1	3	4	2	1
	Odeur	0	1	1	2	1	2	2	1	1
	Forme	0	0	0	2	2	1	5	1	0
511	Gout	0	0	1	0	2	2	3	2	1
	Odeur	0	0	0	1	1	3	4	1	1
	Forme	0	0	0	0	0	4	3	4	0
C205	Gout	0	0	0	0	1	1	4	3	2
	Odeur	0	0	0	0	2	2	2	5	0
	Forme	0	0	0	0	3	2	3	3	0

Les aliments codés C311, C111, C511 et C205 sont des catelles avec extraits de protéines de têtes de crevettes (**Tableau 23**). Le code C311 est un aliment Témoin c'est-à-dire catelles sans extrait, C111 contient 5 g d'extrait/5 ml d'eau, C511 renferme 5 g d'extrait/10 ml d'eau et C205 comprend 5 g d'extrait/15 ml d'eau. Les dégustateurs ont donné 7 points au goût (6/11), à l'odeur (4/11) et à la forme (5/13) de l'aliment C311. Cet aliment est donc très apprécié. Pour l'aliment C111, 6/11 et 5/11 dégustateurs ont attribué 7 points respectivement au goût et à la forme. L'odeur a obtenu 6 points par 4 dégustateurs sur 13. Concernant l'aliment C, 5/11 dégustateurs sur 13 ont donné 7 points au goût et à la forme, et 6 points à l'odeur. Enfin, avec l'aliment C205, 6/11 dégustateurs ont donné 7 points au goût ; 5/11 dégustateurs ont attribué 8 points à l'odeur et 4/11 dégustateurs ont octroyé 6 points à la forme.

III.11. Données statistiques concernant les résultats du surnageant

Les Données statistiques des résultats sont concentrées sur la comparaison des moyennes qui est réalisé par l'office Excel 2016 et logiciel R. Alors que cette étude se concentre sur les surnageants. Ces surnageants des têtes de crevettes sont riches en protéines. Les teneurs en protéines varient suivant les conditions de température, durée et quantité d'eau ajoutée pour l'autolyse.

III.11.1. Teneur en protéines après l'optimisation de la température

La moyenne en teneur des protéines selon les températures optimisées est présentée en **tableau 24** et **figure 15**.

Tableau 24. Teneur des protéines en moyenne et écart-type

Surnageant	std	r	se	Min	Max	Q25	Q50	Q75		
## 40°	69.145	0.459	61941	2	0.2148255	68.82	69.47	68.9825	69.145	69.3075
## 50°	74.520	0.183	84776	2	0.2148255	74.39	74.65	74.4550	74.520	74.5850
## 60°	80.270	0.056	56854	2	0.2148255	80.23	80.31	80.2500	80.270	80.2900
## 70°	60.355	0.091	92388	2	0.2148255	60.29	60.42	60.3225	60.355	60.3875
## Prog	62.220	0.452	54834	2	0.2148255	61.90	62.54	62.0600	62.220	62.3800

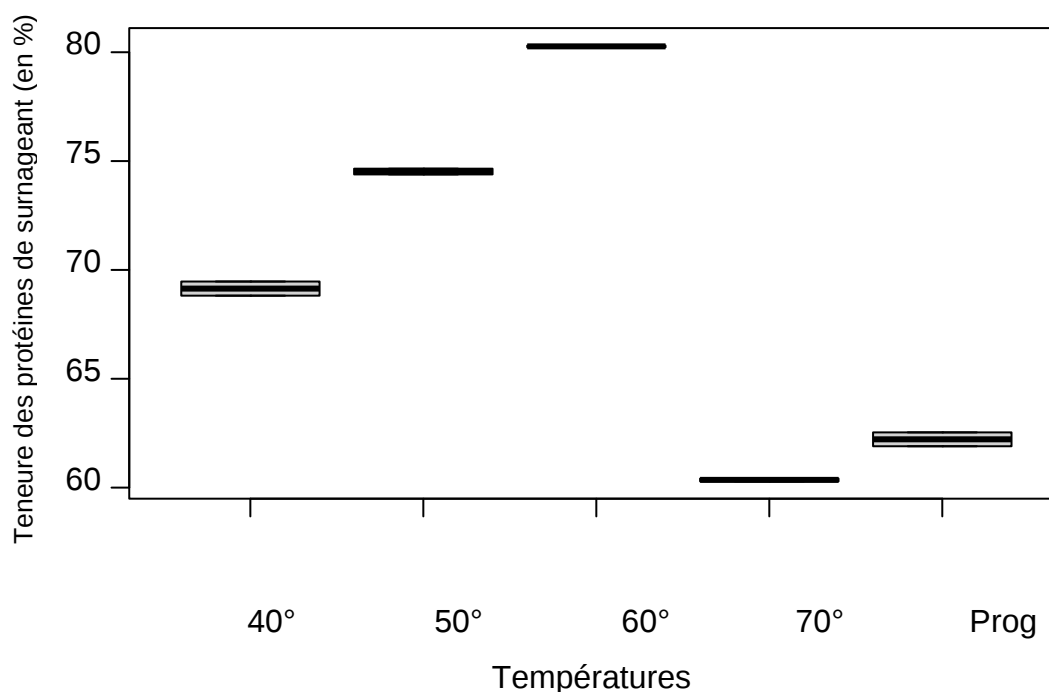


Figure 15. Protéines de surnageant selon l'optimisation de Températures

L'hypothèse a montré qu'il y a hautement des différences significatives entre les températures 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C et progressive (**Figure 15**).

III.11.2. Teneur en protéines après l'optimisation de la quantité d'eau

Les protéines de surnageants de têtes de crevettes selon l'optimisation de la quantité d'eau sont présentées dans le **tableau 25** et **figure 16**.

Tableau 25. Teneur des protéines de surnageants de têtes de crevettes

Eaux	std	r	se	Min	Max	Q25	Q50	Q75	
2,5x	22.380	0.0000000	2	0.2633913	22.38	22.38	22.3800	22.380	22.3800
2x	56.845	0.1060660	2	0.2633913	56.77	56.92	56.8075	56.845	56.8825
3x	67.310	0.6363961	2	0.2633913	66.86	67.76	67.0850	67.310	67.5350

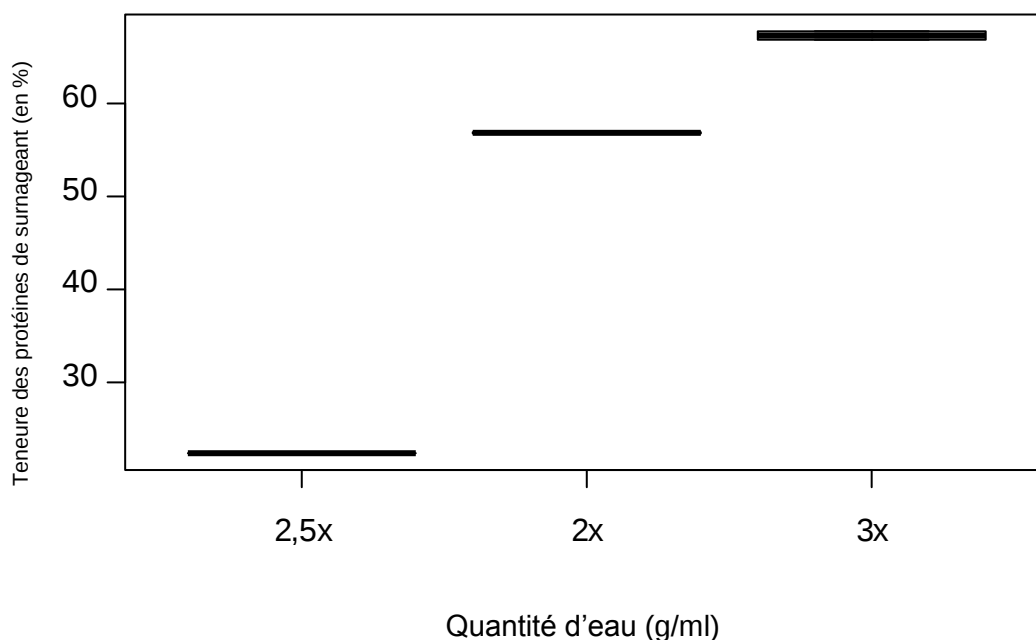


Figure 16. Teneur des protéines de surnageant selon la concentration d'eau

Le **figure 16** nous montre qu'il y a une différence significative entre les trois catégories de quantité d'eau.

III.11.3. Teneur en protéines de surnageant après l'optimisation de la durée

Le **tableau 26** et le **figure 17** présentent la teneur des protéines de surnageants selon les paramètres de durée avec de durée 2 heures, 3 heures et 4 heures.

Tableau 26. Teneur des protéines de surnageants selon l'optimisation durée

##	surn	std	r	se	Min	Max	Q25	Q50	Q75
##	2h	62.315	0.2192031	2	0.2917904	62.16 62.47	62.2375	62.315	62.3925
##	3 H	67.310	0.6363961	2	0.2917904	66.86 67.76	67.0850	67.310	67.5350
##	4 H	59.930	0.2404163	2	0.2917904	59.76 60.10	59.8450	59.930	60.0150

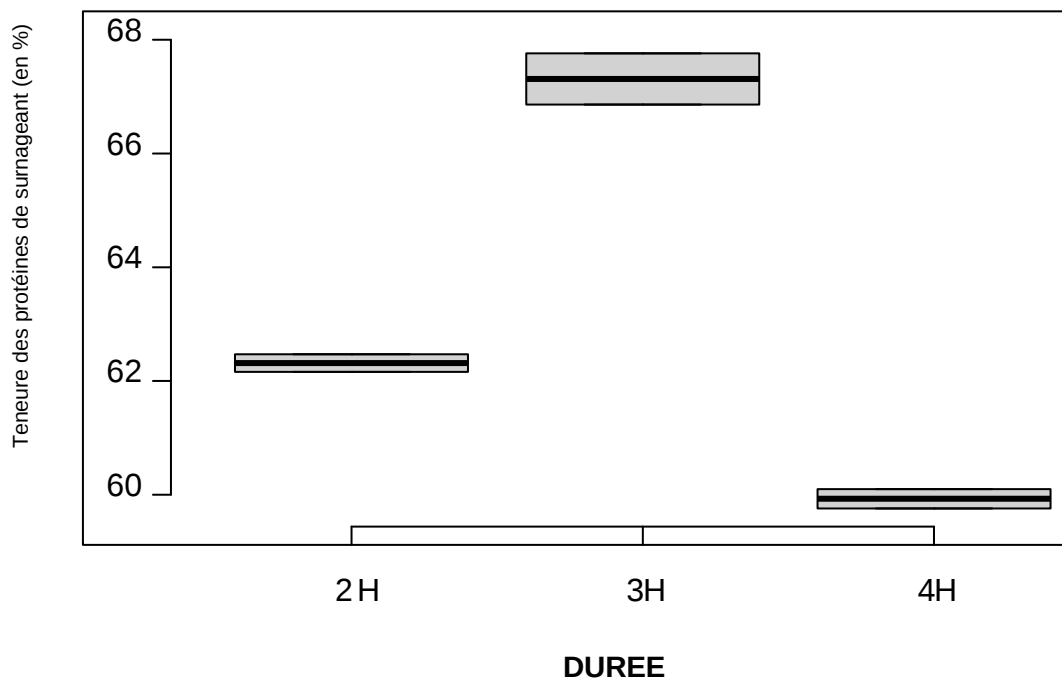


Figure 17. Protéines des surnageants après l'optimisation de durée

Le surnageant de 2 heures, 3 heures et 4 heures ils ont une différence significative de teneur en protéines (**Figure 17**).

III.11.4. Moyenne des rendements de la teneur en protéines

La moyenne des rendements en teneur des protéines des autolysats des têtes de crevettes est calculée selon la formule :

$$(\%) R = \frac{Q \times 100}{M_0}$$

Avec :

R : Rendements de production des protéines après processus, en %.

Q : Quantité des protéines solubles en g (80,27), en % ;

M₀: Masse des surnageants des têtes de crevettes utilisées (180), en g ;

Après l'optimisation des températures, de la durée et de la quantité d'eau, nous avons fixés 60 °C, 3 h et 2,5 fois de quantité d'eau.

DISCUSSION

DISCUSSION

1. Informations concernant les produits halieutiques à Mahajanga

Les sociétés SOMAPECHE, REFRIGEPECHE, PECHEXPORT et SOGEDIPROMA de la ville de Mahajanga traitent des crevettes par étêtage, c'est-à-dire elles enlèvent ces têtes de crevettes avant leur exportation ou leur mise à la consommation. En effet, ces têtes de crevettes présentent des rostrs qui sont difficile à digérer par notre organisme (AURELIA et YVES, 2018). Elles préparent ses produits par décorticages en enlevant les carapaces d'une manière à ce qu'il ne reste que des chairs. Les deux modes de traitements sont souvent rencontrés dans la vie quotidienne et même dans la préparation des aliments familiaux, dans les restaurants. Alors que les crabes sont parmi des produits traités par quelques Sociétés (PECHEXPORT et SOGEDIPROMA). Durant l'enquête, les responsables de la société m'ont expliqué que les crabes sont difficiles à livrer ou à commercialiser.

Le tonnage des produits de chaque société de la ville de Mahajanga est variable. En en général, les Sociétés de la ville de Mahajanga produisent cent (100) tonnes de produits par année, mais 35 % de ces produits sont devenus des sous-produits (TSIALY *et al*, 2020a). Ceci indique que les sous-produits issus des produits halieutiques sont non négligeables.

Les Sociétés citées ci-dessus redressent les poissons par décorticage, c'est-à-dire elles séparent la chair de sa carcasse. Après ces traitements, elles exportent directement ou elles vendent aux marchés Madagascar. Dans ce cas, les utilisateurs ou consommateurs valorisent avec des différentes voies à l'instar de la valorisation de la niche ; c'est-à-dire, la valorisation s'appliquant à de faibles volumes de sous-produits d'excellente qualité et générant des produits à haute valeur ajoutée ; soit de masse, la valorisation s'appliquant à des volumes de sous-produits importants et générant des produits à faible valeur ajoutée (PENVEN *et al*, 2017). En outre, les sous-produits peuvent être valorisés sous-forme de la farine qui est un résidu séché et broyé se fabriquant par cuisson suivi de pressage et de centrifugation (VOLOLONIRINA, 2017). Sans oublier que d'autres chercheurs les utilisent pour l'alimentation des jeunes animaux d'élevage afin de favoriser leur croissance (GBOGOURI, 2005).

Les prix de crevettes, au débarquement, en gros ou au détail, sont étroitement liés à leur taille. Les crevettes les plus grosses, à la fois plus rares et très demandées sur le marché de la restauration aux USA et au Japon, ont une valeur plus élevée. Ce facteur sera

important lorsque nous examinerons les possibilités d'aménagement de la pêche (JACQUES, 1978).

Les Sociétés traitant les produits halieutiques de la ville de Mahajanga rejettent 30 tonnes de sous-produits chaque année. Ces sous-produits créent un problème environnemental pour les populations proches de lieux de rejet.

La majeure partie est rejetée, soit directement dans l'environnement, ce qui présente des risques pour la pollution et la santé ; soit par incinération sans récupération de chaleur (ARCHER et RUSSEL, 2007).

Les produits halieutiques du Sénégal est très significatif étant donné qu'il atteint une production moyenne annuelle d'environ 400 000 tonnes. Avec de tels volumes de captures, il est évident que la pêche joue un rôle stratégique dans l'économie du pays (MODOU, 2010). Alors que les Sociétés des produits halieutiques Malagasy ont des 6 600 tonnes en 2006 pour la production aquacole de crevettes qui sont destinées en totalité à l'exportation. Pour les captures, l'exportation absorbe environ 98 % de la production (MISSION ECONOMIQUE DE TANANARIVE, 2008). D'après l'analyse statistique 5 % des produits halieutiques traités, particulièrement les crevettes, sont devenues des co-produits. Par suite, Madagascar a des coproduits halieutiques de 300 tonnes par an. Notre étude, comme nous l'avons souligné plus haut, nous montre que 10 % de ces co-produits se rencontrent dans la ville de Mahajanga.

Ainsi, il est loisible d'affirmer que toutes les Sociétés œuvrant dans les secteurs halieutiques doivent gérer convenablement leurs co-produits et/ou valoriser pour éviter les problèmes environnementaux à Mahajanga.

2. Qualités microbiologiques des carapaces des crabes et des têtes de crevettes

Des risques de sous-produits halieutiques sur l'environnement : cas de la ville de Mahajanga ont déjà été étudiés (TSIALY *et al*, 2020b). Le résumé des résultats obtenus durant cette étude (Résumé 1) est trouvé en Annexe 2. Les résultats obtenus ont montré que les sous-produits analysés referment essentiellement de *Clostridium* (165.10^9 UFC/ 100 g) et Flores totales (16.10^3 UFC /100 g) ; les autres germes sont absents (TSIALY *et al*, 2020b). La présence de flores totales et de *Clostridium* dans les sous-produits nous montre que ces sous-produits ont des risques sur la santé humaine et même sur la santé des animaux (Bryan, 1988).

Les produits halieutiques sont un réservoir d'agents infectieux (virus, bactéries et parasites) présents d'une manière naturelle dans le milieu aquatique ou introduits à travers la manipulation. Les maladies engendrées peuvent être causées par des micro-organismes pathogènes ou par des intoxications ou des intoxications provoquées par ces derniers (AMIRA *et al.*, 2014). Les germes *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Vibron* et *Flores totales* sont généralement rencontrés dans les produits halieutiques (FCD, 2020). Les carapaces de crabes sont plus contaminées que les têtes de crevettes.

Ces têtes de crevettes ne renferment pas des germes pathogènes notamment les germes indiqués par le FCD. Pour cela, les têtes de crevettes peuvent être utilisées pour l'alimentation des animaux ou des hommes. Par contre, les carapaces de crabes provoquent particulièrement la maladie de botulisme à cause de la présence *Clostridium* qui est responsable de cette maladie (<http://www.techniques-ingenieur.fr>).

Par hypothèse, les actions des étapes de processus pour extraire les protéines, jouent les rôles de réduire les germes dans les aliments traités (Température utilisée durant l'autolyse) (**Tableau 15**). De ce fait, les produits halieutique traités sont généralement de bonne qualité microbiologique. (RANDRIAMIDOSY, 2022) indique que les poissons traités ne renferment pas de germes pathogènes.

Un germe appelé *Streptococcus lutetiensis* a été trouvé dans les têtes de crevettes collectées dans la ville de Mahajanga. C'est un germe de couleur noir foncé, en forme de chaînette. Ce germe est responsable de la production de l'enzyme protéolytique (CLAIRE *et al.*, 2002) confirmant nos résultats de recherche.

Puisque les carapaces de crabes et les têtes de crevettes sont des produits halieutiques, ils se dégradent, se pourrissent rapidement et deviennent inutiles à cause de la grande quantité d'eau contenue dans ces produits. Quand ces sous-produits se décomposent, ils deviennent un milieu favorable pour les développements des germes microbiens comme *Salmonelle*, *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Vibron* et *Flores totales*. Alors que ces germes sont à l'origine de plus des maladies pour l'organisme humain ou les animaux. A titre d'exemple, *Salmonella*, la bactérie mise en cause, appartient à la famille des Entérobactéries. Elles peuvent survivre plusieurs semaines dans un environnement sec et plusieurs mois dans l'eau. *Salmonella* est responsable de salmonelloses mineure et majeure dont la fièvre typhoïde (DOUGNON *et al.*, 2018).

La consommation quotidienne de 10 g de crevettes par jour pour un enfant de 30 kg est préjudiciable pour sa santé. Il s'agit, dans ce cas, des crevettes qui sont contaminées et plus exactement, c'est à travers la consommation des oligo-éléments présents et contaminés

dans les têtes de ces crevettes que la maladie va se transmettre. De même, la consommation de 5 g de crevettes tous les jours apporte à un enfant de 15 kg plus de cuivre qu'il n'en faut donc toxique (BERNADIN *et al*, 2020).

3. Qualité nutritionnelle des carapaces de crabes et des têtes de crevettes

Des résultats rapportés dans cette partie ont fait l'objet de trois (03) communications ayant comme titre : « Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par Aristide Jean Galbert à Mahajanga », Communication orale durant la rencontre scientifique, organisée par l'Université de Mahajanga (Université d'été troisième Edition) des 12 et 13 novembre 2021 (Annexe 2, Résumé 3) (TSIALY *et al*, 2021a), « Caractéristiques nutritionnelles des sous-produits de crevette dans une Société de Mahajanga (TSIALY *et al*, 2021b) et « Qualités nutritionnelles et microbiologiques des carapaces de crabes vendus aux marchés d'Ambohimandamina et de Tsaramandroso dans la Commune Urbaine de Mahajanga » (TSIALY *et al*, 2021c), Communication affichée durant la rencontre scientifique organisée par l'Institut Supérieur de Technologie d'Ambositra des 5, 6 et 7 octobre 2021) (Annexe 2, Résumé 2),

Les carapaces des crabes apportent une grande teneur en éléments minéraux qui sont le calcium (6,32 %), le fer (0,53 %), le magnésium (0,067 %), le cuivre (0,0067 %) et le phosphore (0,511 %). Ces valeurs nous montrent que les carapaces des crabes sont considérées comme aliments antifatigues et réparateurs des cellules grâce à la présence de grande teneur en calcium (DOUGLAS, 1995). Ainsi, c'est un aliment nécessaire pour la formation des os ou des dents«https://www.google.com/search?q=r%C3%B4le+phosphore&sca_esv ».

Les têtes de crevettes collectées dans la ville de Mahajanga présentent 70,03 % d'humidité, 7,4 % de cendres brutes, 29,97 % de matières sèches, 1,59 % de lipides, 18,18 % de protéines et 2,8 % de glucides. Ce qui nous explique qu'elles sont parmi des aliments importants pour la croissance des cellules grâce à la présence des protéines (BELLIL, 2021). Aussi, c'est un aliment composé, c'est-à-dire, les têtes de crevettes apportent des glucides, des lipides, des matières sèches et des protéines.

Actuellement, les concentrât protéiques des poissons et des crevettes sont fréquemment utilisés comme substrat pour les hydrolyses enzymatiques afin d'améliorer leurs propriétés fonctionnelles et nutritionnelles (CHEFTEL *et al*, 1971 ; CHEFTEL, 1972 ;

QUAGLIA et ORBAN, 1987a, 1987b ; HOYLE et MERITT, 1994) pour les aliments additifs comme croquette, farine.

Le poisson et les crustacés présentent aussi un apport en protéines de bonne qualité que la viande et peu de glucide. Il contient, en outre, une quantité plus importante de substances azotées non protéiques (ammoniaque, urée) qui lui donnent une odeur caractéristique.

Les poissons sont une bonne source de vitamines du groupe B (en particulier B12) et de vitamine E. Les vitamines A et D sont également abondantes dans les poissons gras (DUPIN *et al*, 1992).

Les gâteaux de manioc apportent $17,61 \pm 0,11$ de protéines (RANDRIAMIDOSY, 2023), alors que les carapaces de crabes présentent 9,35 % et les têtes de crevettes 18,18 % des protéines. D'où les protéines des têtes de crevettes sont importantes que celles de gâteaux de manioc.

La farine de poisson, destinée principalement à l'alimentation animale, est une source importante de protéines (60 à 70 g / 100 g) et de lipides (5 à 10 g / 100 g) (GRODJI, 2005). Ce résultat confirme que la teneur en lipides pour les têtes de crevettes est faible. Elles sont donc plus appropriées et à conseiller pour les personnes diabétiques, gouteuses (MOHAMMED, 2021).

4. Optimisation de l'autolyse des têtes de crevettes

La température, la durée et la quantité d'eau sont des paramètres utilisés pour avoir une bonne production de protéines des têtes de crevettes. Pour les températures, ce sont 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C et enfin la température progressive, qui ont été appliquées séparément, puis. Cette étude confirme que l'utilisation de température 60 °C ayant plus de production de protéines que les autres températures. Cette température donne une production de 80,27 % de protéines. Par hypothèse, les enzymes endogènes des têtes de crevettes sont très actives à cette température (FATIHA, 2020).

Pour les enzymes protéolytiques, la température est un paramètre essentiel à contrôler. La plupart des enzymes présentent une activité maximale à 40-50 °C et, à une température supérieure à 70 °C (ISO 6579), elles sont inactives. Jusqu'à une température optimale, la température accélère la vitesse d'hydrolyse. Dans la gamme optimale, pour une hausse de 10 °C de la température, la vitesse augmente de 1,5 à 2 fois (NGUYEN, 2009).

Durant l'optimisation de la durée, d'abord 2 h, par la suite 3 h et enfin 4 h, nos résultats montrent que la durée 3 heures est la plus productive des protéines qui sont 67,29 %. Ce qui

nous présente que l'enzyme endogène des têtes de crevettes est très active après 2 heures de temps d'autolyse.

La quantité d'eau est optimisée selon la masse des têtes de crevettes. Premièrement deux fois de leur masse, deuxième en augmentant, c'est-à-dire 2,5 fois par rapport à la masse utilisée et la dernière expérience est de 3 fois du poids de celles. L'expérience a montré que l'utilisation de la quantité 2,5 fois de la masse des têtes de crevettes est la plus productive des protéines, qui est $67,29 \pm 0,45$ (surnageant). Ceci indique que l'activité des enzymes endogènes des têtes de crevettes sont très actives à cette quantité. Pourtant, l'utilisation de la quantité d'eau 3 fois de la masse des têtes de crevettes est moins efficace en termes de production des protéines, qui est $22,38 \pm 0,54$ %. Ce résultat montre que cette condition ne corresponde pas à la condition optimale de leurs enzymes.

La solubilité des protéines des surnageants des têtes de crevettes est de 45 % par rapport à l'essai blanc. Elles sont récupérées dans le culot après les différents procédés des traitements (MIRANA, 2018).

5. Qualité microbiologique de l'autolysat obtenu après l'optimisation des paramètres

L'autolysat des têtes de crevettes ne contient pas de germe pathogène décrit par le FCD. Cet autolysat est traité avec des différents procédés y compris l'utilisation de la température 70 °C durant 15 jours pour sécher l'extrait, en utilisant le four. Les différentes étapes de traitements de l'autolysat tuent les germes vivant dans les extraits particulièrement les germes pathogènes. Cet échantillon est satisfaisant pour la contamination microbienne, ce qui est le cas aussi pour l'étude qui a été faite concernant la contamination des croquettes avec extrait des têtes de crevettes (RANDRIAMIDOSY, 2023). Des microorganismes sont inhibés à cause des températures, de la quantité d'eau et de la durée de traitement. *Escherichia coli* est, par exemple, très développer à la température 46 °C avec 24 heures d'incubation et 60 ml d'eau (ISO 16649), *Clostridium* 37 °C durant 24 heures d'incubation et 60 ml d'eau (ISO 7947). *Salmonella* se développe sur la température 37 °C, 24 heures et 60 ml (ISO 6579). La Flore totale se multiplie sur la température 30 °C, 72 heures et 150 ml d'eau (ISO 4833). Enfin, *Vibrio* vive rapidement dans la température 37°C, 24 heures et 60 ml d'eau (ISO/TS 21872). Alors que durant l'expérience de l'autolyse, nous avons utilisé 240 ml d'eau, 60 °C de température et de la durée de 3 heures. Ces paramètres d'optimisation ne correspondent donc pas aux modes de vie des germes.

L'autolysat est parmi des aliments à faible risque pour la santé en comparant avec les aliments des rues à l'instar les composés à vendre aux bords de la rue de la ville de Mahajanga, qui renferment, souvent, des germes pathogènes. Pourtant ces aliments sont appréciés par la majorité écrasante de la population Majungaise (TSIALY, 2014).

6. Qualité nutritionnelle de l'autolysat obtenu après l'optimisation des paramètres

La température 60 °C fixe est la plus productive en protéines suite à l'autolyse des têtes de crevette, comparativement aux températures de 40 °C, 50 °C, 70 °C et aux conditions de température progressive. La teneur en protéines atteinte jusqu'à 80,27 % dans le surnageant. Pour le culot, la température de 40 °C est la plus rentable avec une teneur en protéines de 47,37 % (**Tableau 13**). Par contre, la température 70 °C est le moins productive avec une teneur en protéines de 60,35 % pour le surnageant et 30,57 % pour le culot (**Tableau 24**). Ces valeurs de protéines sont causées par l'action enzymatique durant l'autolyse par la coupure de la chaîne protéique qui devient moins volumineux et donc soluble dans l'eau (surnageant).

Concernant l'optimisation de la durée : la durée 3 h est la plus productive de protéines. Elle présente 67,29 % de protéines dans le surnageant et 28,2 % de protéine dans le culot. Ce qui explique que l'enzyme endogène des têtes de crevettes est très active à cette durée. Ainsi, la durée 2 h est moins efficace pour la production des protéines, c'est-à-dire, les surnageants contiennent 56,84 % et le culot contient 26,04 % de protéines. Ces résultats indiquent que cette durée ne correspond pas à la durée optimale l'activité de leurs enzymes. Enfin, la durée 4 h présente 58,93 % de protéines pour le surnageant et 30,48 % de protéines pour le culot. Les protéines de surnageant des têtes de crevettes en deux heures d'hydrolyse avec la pepsine ont de teneur 48,85 % (RANDRIAMAHATODY ; 2014). Ces résultats sont faibles par rapport à ce que nous avons obtenu. Les hydrolysats sont pauvres en lipides avec une teneur variant de 0,7% à 2,1% de la matière sèche (RANDRIAMAHATODY, 2014). Nos résultats sont aussi compris dans les teneurs indiquées qui est 1,87 %. Les têtes des crevettes collectées dans la ville de Mahajanga sont donc pauvres en lipides.

Pour l'optimisation de la quantité d'eau, c'est la quantité 2,5 fois par rapport à la masse des échantillons qui est le plus rentable pour la production des protéines (67,29 % pour le surnageant et 31,64 % pour le culot). La quantité 3 fois à la masse des échantillons présente une faible solubilisation des protéines (22,38 % dans le surnageant et 28,2 % dans le culot). Aussi les qualités nutritionnelles des viscères de poissons qui sont d'excellentes

sources des protéines (68,52 % de la matière sèche) et de fer (54,99 g pour 100 g de matière sèche). Après les traitements d'extraction des protéines, la teneur de ces dernières dans les fractions solubles est de 78,85 % pour l'autolysat et 66,29% pour l'hydrolysat, avec un taux de récupération de près de 90 %.

Les teneurs en minéraux dans les poudres ne sont pas négligeables (198,39 % de fer et 2,22 % de calcium dans le surnageant de l'autolyse) (MIRANA, 2018). Pour les coproduits de crevettes, les autolysats sont également aptes pour l'utilisation en alimentation humaine et animale (BUENO *et al*, 2009). Ces différents résultats nous indiquent que les sous-produits halieutiques sont parmi des déchets valorisables.

En conclusion, cette étude nous présente que la température 60 °C, la durée 3 h et la quantité d'eau 2,5 fois sont les meilleures conditions pour extraire des protéines dans le surnageants.

7. Acides aminés identifiés dans les échantillons

En rappelant les rôles des acides aminés suivants : PHE, ARG, VAL, SER, ASP, TYR, HIS, LYS, LEU, ALA et CIS qui sont présents dans les têtes de crevettes.

Les têtes des crevettes collectées dans la société de la ville de Mahajanga présentent des acides aminés Il s'agit de la PHE, la HYS, la GLY, la LEU, la THR. La présence de ces acides aminés indique que les têtes de crevettes ont une valeur nutritive importante pour la croissance des cellules. La carence en aminoacide essentiel chez divers auxotrophes d'*Escherichia coli* provoque l'arrêt des synthèses d'acides nucléique (GROS, 1958).

Ces acides aminés cités ci-dessus sont parmi des acides aminés essentiels. Ils jouent des rôles différents. Pour la Lysine joue un rôle dans le système immunitaire contre les agents infectieux et participe à la production de collagène et de l'hormone de croissance, aussi, elle est également un acide aminé précurseur de la carnitine (fr.wikipedia.org/wiki/acide_aminé). Pour l'histidine favorise la production d'hémoglobine et son maintien en concentration de fer, elle est également un acide aminé précurseur du glutamate, aussi, elle constitue une source d'énergie musculaire (fr.wikipedia.org/wiki/acide_aminé). Pour la valine favorise aussi la synthèse des protéines musculaires et la leucine, un Acide aminé à chaîne ramifiée, constitue un signal majeur de la synthèse protéique et donc du renouvellement des tissus musculaires (fr.wikipedia.org/wiki/acide_aminé). Pour la phénylalanine (PHE) intervient également dans le signal de satiété et dans le développement musculaire. Pour l'arginine (ARG) joue un rôle important dans le cycle de l'urée, mécanisme de détoxification hépatique. Pour la valine (VAL) favorise aussi la synthèse des protéines

musculaires. Pour la serine (SER) intervient dans la biosynthèse de la cystéine et des phospholipides du cerveau, nécessaires aux fonctions cognitives, Aspartate (ASP) participe à la synthèse de l'ATP, source d'énergie de toutes les cellules.

Pour la tyrosine (TYR) est utile dans l'équilibre nerveux, les capacités d'attention, la gestion de la satiété et du stress. Pour l'histidine (HIS) favorise la production d'hémoglobine et son maintien en concentration de fer et source d'énergie musculaire. Pour la lysine (LYS) joue un rôle dans le système immunitaire contre les agents infectieux. Il participe à la production de collagène et de l'hormone de croissance. Pour la leucine (LEU) signal majeur de la synthèse protéique et donc du renouvellement des tissus musculaires. Pour l'alanine (ALA) participe à la restauration de la réserve énergétique. Elle entre également dans la composition du collagène et de l'élastine (15 %) et pour la cystéine (CIS) participé à la formation de l'antioxydant majeur de l'organisme : le glutathion. Elle entre également dans la composition de la myosine, de l'actine et de la kératine, principal composant de la peau, des ongles et des cheveux. (Les acides aminés « <https://nhco-nutrition.com/les-acides-amines-a-lorigine-de-la-vie> » [en ligne].

Les protéines étant la source d'azote largement majoritaire de l'alimentation, leur apport et leur métabolisme sont souvent rapportés à l'azote en se basant sur un facteur de conversion usuellement pris égal à 6,25 (DANIEL, 2009).

Sur 20 acides aminés existants, 11 ont été rencontrés dans les têtes de crevettes collectées dans les sociétés de la ville de Mahajanga. Ainsi, sur 09 acides aminés indispensables (Histidine, Isoleucine, Leucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Thréonine, Tryptophane et Valine) 05 sont trouvés dans les têtes de crevettes. Ce sont : **Histidine, Leucine, Lysine, Phénylalanine, et Valine**. Alors que les viscères des poissons présentent les acides aminés essentiels suivants Méthionine, Valine, Phénylalanine, Tryptophane, Histidine et Leucine (MIRANA, 2018). Les viscères des poissons et les têtes de crevettes sont donc considérés comme des déchets riches en acides aminés.

En conclusion, les têtes de crevettes sont parmi des déchets exploitables vue la présence des protéines, particulièrement les acides aminés indispensables comme indiqués leurs rôles ci-dessus.

8. Caractéristiques toxicologiques d'autolysat

La toxicité de l'autolysat de têtes de crevettes a été évaluée. Les tests de comportements des rats indiquent que l'autolysat est non toxique. Ainsi, les tests des urines et des selles des rats correspondent aux rats témoins.

Les résultats obtenus confirment que l'autolysat est non toxique. Durant 24 heures, 48 heures et 72 heures d'évaluation des selles et des urines des rats, nous avons constaté que l'autolysat n'a pas d'effet toxique sur les rats. Ces derniers se ressemblent donc aux rats témoins.

La carence en fer provoque la faiblesse de métabolisme musculaire (MOHAMED *et al.*, 2013). L'eau permet aussi l'absorption d'éléments nutritifs et l'élimination des matières toxiques. Le manque d'eau peut provoquer une réduction de la consommation avec de graves retards de croissance et une forte baisse de la production d'œufs (HOFMAN, 2000). Alors que l'autolysat est faible en teneur de fer 22,42 mg/kg et l'humidité 12,42 %. Les hypothèses citées présentent que l'autolysat des têtes de crevettes peuvent être utilisés pour les aliments des animaux.

L'étude de la toxicité aiguë par voie orale chez les rats, à des doses croissantes, n'a pas présenté aucun mort et aucun signe clinique de toxicité au terme des 03 jours pour les mouvements suivants dilatation des orbites oculaires, de hérissément de poils, de la réduction d'appétit, du frottement du museau, d'accélération de fréquence respiratoire, du picotement de la tête, de la réduction de la mobilité. Ce qui implique que la DL50 est supérieure à 5000 mg/kg de poids corporel. Selon le système de classification globalement harmonisé de l'OCDE (OCDE, 2001), l'extrait de l'autolysat peut être classé dans la catégorie 5 et considéré comme une substance non toxique par voie orale.

9. Qualité sensorielle des aliments ajoutés d'autolysat

Les catelles et les feuilles pilées de manioc contenant de l'extrait des têtes de crevettes présentent des qualités sensorielles. Ces aliments présentent les formes, les goûts et l'odeur. L'appréciation des dégustateurs est moyenne. L'intensité de l'amertume augmente avec la quantité d'autolysat ajouté. Ce qui présente la valeur organoleptique des extraits. En effet, il est fréquent qu'après l'hydrolyse, la libération des acides aminés ou des peptides de plus petite taille et à caractère hydrophobe provoque un goût amer (JENKELUNAS, 2013).

Les majorités des dégustateurs choisissent aux points 5, ce qui explique que les aliments sont appréciés pour sa forme et son goût, malgré quelques échantillons ayant à une mauvaise odeur, précisément l'autolysat ajouté plus des additifs et à titre d'exemple, pour les aliments codés C205 (5 g d'extrait/15 ml d'eau) et F801 (2 g d'extrait/250 g feuilles pilées de manioc). La présence des quelques quantités d'eau restant dans l'autolysat provoque ces mauvaises odeurs, qui sont causées par plusieurs facteurs externes comme la coupure de

JIRAMA qui arrête le four durant le séchage. L'amertume de quelques échantillons est suggérée à causant de la mauvaise condition durant les séchages des autolysats nous citons la coupure de l'énergie (JIRAMA), à la suite de cette étude, nous avons décidé de prendre autres méthodes de séchages qui ne dépendent pas à la JIRAMA pour avoir une meilleure qualité de production (KRISTINSSON et RASCO, 2000).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En conclusion, Mahajanga est une ville productrice de produits halieutiques qui sont les crabes, les poissons et les crevettes. Ces produits sont rencontrés dans les Sociétés SOMAPÊCHE, PECHEXPORT, REFRIGEPÊCHE et SOGEDIPROMA. Elles produisent des sous-produits en grande quantité chaque année (145 tonnes). Les enquêtes que nous avons effectuées auprès des Responsables de ces Sociétés nous permettent de savoir les modes de traitement des produits, les lieux de rejets et l'utilisation de ces sous-produits. Pour les modes de traitement, ils ont subi l'étêtage, le décorticage. Alors que les lieux de rejets ne sont pas fixes : dans la mer ou à Mangatokana, mais il y a quelques sous-produits qui sont récupérés par des personnes éleveurs de cochons ou de bétails. Jusqu'à présent, aucune Société ni personne ne valorise les sous-produits halieutiques dans la ville de Mahajanga.

La Société SOMAPÊCHE traite des poissons, des crevettes par étêtage et rejette leurs sous-produits dans la mer durant la collecte. La Société PECHEXPORT collecte des poissons, des crevettes, elle traite ses produits durant la pêche en laissant ces coproduits dans la mer. Alors que la Société REFRIGEPÊCHE commerce des poissons, des crabes et des crevettes et leurs sous-produits sont déposés à Mangatokana où des personnes peuvent les prendre. La Société SOGEDIPROMA collecte et commerce des poissons, des crabes et des crevettes. Elle rejette les sous-produits à Mangatokana.

Les visites des Sociétés, les enquêtes des Responsables, les collectes des échantillons et les analyses microbiologiques sont les méthodes adoptées durant cette étude. Les enquêtes nous ont montré que la Société SOGEDIPROMA traite des produits halieutiques de diverses qualités à Mahajanga. Cette société rejette ses déchets dans un mauvais emplacement ou bien, elle incinère ses sous-produits.

Les crevettes *Penaeus Indicus* et les crabes *Sylla serrata* de la Société SOGEDIPROMA ont été choisis comme matières premières durant cette étude. Les matériels pour l'autolyse physico-chimiques et microbiologiques de laboratoire du CNRE à Tsimbazaza, Antananarivo ont été utilisés durant la réalisation de cette étude. Les sous-produits des têtes de crevettes présentent une bonne qualité nutritionnelle, par la présence de l'humidité, de protéines, de lipide, des glucides totaux ainsi que les éléments minéraux (fer et phosphore). Les sous-produits de crabes de Mahajanga possèdent une valeur nutritionnelle intéressante. Elle est marquée, par ordre décroissante, d'un taux élevé d'humidité suivi de cendres brutes, de protéines, de glucides totaux ainsi que les éléments minéraux comme fer et phosphore. Les sous-produits des têtes de crevettes et de crabes apportent de l'énergie pour l'organisme humain.

La qualité des acides aminés constitutifs des protéines contenues dans les sous-produits est importante pour notre organisme humain. La leucine, la valine, la méthionine, la lysine et la phénylalanine sont indispensables à l'organisme. Les protéines de ces sous-produits contiennent aussi d'autres acides aminés comme l'alanine, l'asparagine, la cystéine.

Les sous-produits halieutiques des Sociétés de la ville de Mahajanga présentent une grande quantité de *Clostridium* et de Flores totales, ce qui constituent des risques pour la santé des êtres humains et des animaux. La présence de ces microorganismes peut donc polluer l'environnement. De plus, d'autres microorganismes comme les parasites et les virus peuvent être contenus dans ces sous-produits. Ainsi, d'autres analyses peuvent être effectuées pour identifier ces microorganismes. Le rejet de ces sous-produits dans de mauvais emplacements peut donc être une source d'autres types de microorganismes. Ces microorganismes peuvent alors se multiplier après quelques périodes du rejet.

L'optimisation de l'autolyse a été effectuée pour savoir les paramètres d'autolyse les plus rentables. La température de 60 °C, la durée 3 heures et la quantité d'eau 2,5 fois de la quantité de l'échantillon sont les paramètres qui rapportent plus de production pour l'extraction de protéines de têtes de crevettes. En calculant, la valeur moyenne de production sur les trois paramètres optimisés de température, de quantité de l'eau et de la durée, ces résultats sont 36,59 %, 28,24 % et 30,10 % pour le culot et 69,3 %, 61,02 % et 49,53 % pour le surnageant. Ces valeurs nous présentent que le surnageant de têtes de crevettes est plus intéressant en teneur de protéines que le culot.

La teneur des protéines contenues dans le culot est plus faible que celle des protéines contenues dans le surnageant. Par conséquent, nous avons extrait des protéines dans le surnageant pour améliorer la qualité nutritionnelle des aliments à faible teneur en protéines.

L'autolysat ne renferme pas des germes microbiens pathogènes. Il est donc utilisable pour les aliments des animaux et des êtres humains. Administré dans les rats par voie orale, l'autolysat ou l'extrait protéique ne provoquent pas des changements de comportement de ces rats. Il n'a aucun effet sur l'urine et les matières fécales durant trois jours de test toxicologique sur les rats. Cet extrait n'est donc pas toxique pour l'organisme vivant.

Le rendement des productions des protéines des têtes de crevettes par rapport leurs l'autolysats a de 4,36 %. Ils sont donc moins rentable en comparant avec les produits initiaux, mais, pour le rendement de la production des protéines des autolysats a 80,27 %, il est donc très rentable.

Les 11 dégustateurs, de niveau Master II, sélectionnés dans le Parcours BMBA trouvent que les feuilles pilées de manioc et catelles avec des extraits de têtes de crevettes ont de bon goût et forme, bien que les odeurs soient moyennement appréciées.

À partir de cette étude, d'autres recherches peuvent encore être effectuées. Les germes qui produisent les enzymes protéolytiques dans les têtes de crevettes peuvent être étudiés pour savoir leurs caractéristiques et leur importance dans le domaine alimentaire. D'ailleurs, un article concernant le germe *Streptococcus lutetiensis* identifié dans les têtes de crevettes durant cette étude, qui produit de l'enzyme protéolytique, est en cours de publication. Les produits alimentaires obtenus par l'utilisation de ces germes seront vulgarisés. La production en grande échelle des produits ainsi fabriqués est envisagée.

RÉFÉRENCES

I. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALMUZARAM., L. BONOFIGLIO, R. CITTADINI, C. VERA Ocampo, A. MONTILLA, ANDRIANAIVOJAONA C., KASPRZYK Z. et DASYLVA G. (2013).-*Pêche et aquaculture à Madagascar – Bilan diagnostic. Projet PNUD/ FAO/ MAG/ 85/014. 25p.*
2. AMIRA L D, ABDERRAHMANE B, RACHID K, OMAR B, HAFIDA K, SABAH S et MIGUEL E G (2014).- *Évaluation épidémiologique de la contamination microbienne des produits de la mer dans les côtes est algériennes.*
3. ANDRINIAINA R A., (2020).- *Évaluation de la qualité microbiologique et nutritionnelle des coproduits de crabes et de crevettes collectés aux bazars d'Ambohimandamina et de Tsaramandroso à Mahajanga : valeur nutritionnelle de têtes de crevettes . - Mémoire de Master II en Parcours de Biochimie Microbiologie et Biotechnologie Appliquée : -Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, 92 P.*
4. AOAC, (2000).-*Official methods of analysis of AOAC International 17th edition (Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical Communities).*
5. AOAC, 2005. Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
6. ARCHER, M.R.; RUSSEL, D, (2007).- *Crustacea processing waste management. SEAFISH Research and Development, United Kingdom, pp 23.*
7. ARISTIDE J G (2019).- *Fabrication de la provende à base des têtes de crevette collectées aux marchés de la ville de Mahajanga pour l'alimentation des poulets locaux.- Mémoire de master II en Parcours Sciences et Techniques de Traitement des Déchets (STTD) :- Mahajanga : Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement 93 P.*
8. AUGUSTE, (2012).-*Report/rapport : sf/2012/24 :- Une analyse globale de la chaine d'approvisionnement de la pêche du crabe de mangrove à Madagascar.*
9. AURELIA B ET YVES G, (2018).- *Découverte exceptionnelle de restes de Crevettes (Crustacés Décapodes) dans les niveaux du port romain de Ratiatum (Rezé, Loire-Atlantique).- Exceptional discovery of marine shrimp remains (Crustacea decapoda) in the levels of the Roman harbour area of Ratiatum (Rezé, Loire Atlantique) [pdf] en ligne. Varia/40 ans de colloque GMPCA 42-1/2018.*
10. AFNOR NF ISO 16649-2 : Dénombrement d'escherichia.

11. AFNOR NF ISO 6579 : Dénombrement de *salmonella*.
12. BACHTARZI. K ; (2023) : -Cours de toxicologie 2022/2023.
13. BEKADJA I. K., MOUFFOK S., KHERRAZ A., BOUTIBA Z. (2009).- *Etude Préliminaire sur la Biologie et la Dynamique des Populations de la Crevette Profonde*.
14. BELLIL I, (2020-2021).- Structure et fonction des protéines. Cours de Master I : Université frères Mentouri Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de biologie appliquée, 31 P
15. BENROUAG H. D ET GUENDAFA H.(2018).- *Extraction des polysaccharides à partir des sous-produits aquacoles.- Mémoire Master II académique : kasdi merbah ouargla en Parcours Sciences de la Nature et de la Vie. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie 61P.*
16. BERNADIN E M* , MARC S , FLAVIEN D , LUC K ET PATRICK A. E (2020).- *Évaluation des risques d'intoxication alimentaire liés à la consommation des produits halieutiques du lac Nokoué, Bénin, Afrique de l'Ouest : Institut National de l'Eau, Département de l'Eau et Assainissement, Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau, 01BP526 Cotonou, Bénin P. 9.*
17. BUENO-S, LOPEZ C -CERVANTES, J., CAMPAS-B,O.N.,LAUTERIO G, ADANBANTE R.,CAO W., ZHANG C., HONG., JI H., (2008). *Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acids released during autolysis. J Food Chemistry 109 : 176-183*
18. Bryan FL (1988).- Risk associated with practices, procedures and processes that lead to outbreaks of foodborne diseases. J food prot.
19. CAO, W.; ZHANG, C.; HONG, P.; JI, H., 2008. Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acids released during autolysis Food Chemistry, 109, 176-183.
20. CAO, W.; ZHANG, C.; HONG, P.; JI, H.; HAO, J.; ZHANG, J., (2009). -*Autolysis of shrimp head by gradual temperature and nutritional quality of the resulting hydrolysate. LWT - Food Science and Technology, p. 42.*
21. CHEFTEL C, MICHEAL A, WANG D, TANNENBAUM S R. (1971) - *Enzymatic solubilization of fish protein concentrate: batch studies applicable to continuous enzyme recycling process. J. Agr. Food Chem., p. 19.*
22. CHEFTEL C. (1972).-*Solubilisation enzymatique continue du concentré protéique de poisson. Essai de recyclage des enzymes. Ann. Technol. Agric., p. 21.*

23. CLAIRE POYART, GILLES QUESNE and PATRICK TRIEU CUOT, (2002).- *Taxonomic dissection of the Streptococcus bovis group by analysis of manganese-dependent superoxide dismutase gene (sodA) sequences: reclassification of 'Streptococcus infantarius subsp. coli' as Streptococcus lutetiensis sp. nov. and of Streptococcus bovis biotype II.2 as Streptococcus pasteurianus sp. Nov 9 p.*
24. CONSTANTIN L (1994).- *portrait du sous-secteur de la transformation des produits marins :- Parties du homard prêtes pour l'extraction de la chair, p. 28.*
25. CORPET D. (2014).- « *Qualité alimentaire* », Ecole nationale vétérinaire, INP Toulouse ajoutée : application aux co-produits de thon. Thèse de Doctorat, Université de Nantes.
26. CROOKE W.M., SIMPSON W.E, (1971). *Determination of ammonium :-In: Kjeldhal digests of crops by an automated procedure, Journal of the Science of Food and Agriculture, p.22.*
27. DAIRY J (2020).-<https://doi.org/10.3168/jds.2020-18347>-Characterization of *Streptococcus lutetiensis* isolated from clinical mastitis of dairy cows.
28. DANIEL, (2009).- *Besoins en protéines et en acides aminés & qualité des protéines alimentaires. Tomé AgroParisTech-UMR 914 : numéro 111 janvier - février 2009.*
29. DEL M. CASTILLO, . RAMIREZ M.S, M. MOLLERACH, C. Vay (2013). -*First case of Streptococcus lutetiensis bacteremia involving a clindamycin-resistant isolate carrying the InuB gene J. Clin. Microbiol., 51, p. 4259-4261.*
30. DOUGLAS S. B (1995).- *Calcium regulation in plant cells and its role in signaling: Department of Biological Sciences, Rutgers University, Newark, New Jersey 07102.*
31. DOUGNON V., LEGBA B., YADOULETON A., AGBANKPE J., KOUDOKPON H., HOUNMANOU G., AMADOU A., FABIYI K., ASSOGBA P., HOUNSA E., ANIAMBOSSOU A., DEGUENON E., SOUZA M., BANKOLE H.S., DOUGNON J. & BABA-MOUSSA L. (2018).-*Utilisation des plantes du Sud-Bénin dans le traitement de la fièvre typhoïde : rôle des herboristes. Utilisation des plantes du Sud-Bénin dans le traitement de la fièvre typhoïde : rôle des herboristes. 11, 64-72.*
32. DUBOIS J.P. (2001).-*Techniques d'analyse des éléments traces dans les sols. Modules « Monitoring des polluants »*
33. DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIAK M.I., LEYNAUD-ROUAUD C. et BERTHIER A.M, (1992).-*Alimentation et nutrition humaines. Paris : ESF éditeur, p 1533.*

34. ECHA (2017). -*Guide pour l'identification et la désignation des substances dans le cadre de REACH et du CLP : Version 2.1*
35. FACKLAM and FACKLAM . R (2002).- *What happened to the streptococci: - Overview of taxonomic and nomenclature changes Clin. Microbiol. Rev.*, 15 (2002), p. 613-630.
36. FAO (2009).-*The state of world fisheries and aquaculture 2008. in: F.F.a.A. Department (Ed.), Rome.*
37. FAO (2012). -*Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Rome : FAO.*-119 p.
38. FAO. (2000).- *Évaluation des stocks de deux espèces de Crevettes profondes de la famille des Pénéidés :Aristeusantenatus et Parapenaeus. Longirostris. FAO.*
39. FATIHA N (2020).-*Caractérisation de coproduit de la crevette rouge, Aristeus antenatus (RISSO,1816) :- Traitement des hydrolysats: -Centrifugation).*
40. FAVIER J. C. (1977). – Valeur alimentaire de deux aliments de base africains : le manioc et le sorgho. *Travaux et Documents*, N° **67**. – ORSTOM, Paris, 122 p.
41. FCD (2020).-Critères microbiologiques des produits halieutiques.
42. FOURMANOIR P. (1952).- *Les crevettes d'intérêt économique à Madagascar. Le Naturaliste Malgache*, 4 (2), 163-168.
43. GBOGOURI G.A., (2005).-*Co-valorisation des protéines et des lipides riches en lecithines et en AGPI oméga 3 à partir des têtes de saumon (Salmon salar) par hydrolyse enzymatique. Thèse de Doctorat, Université Nationale Polytechnique de Lorraine*, 154 p.
44. GRIESSINGER J. M., LACROIX D., GONDOUIN P. (1991).-*L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. ISBN 2-905434-31-7. 394 p.*
45. GRODJI A G, (2005).- *Co-valorisation des protéines et des lipides riches en lecithine et en acides gras polyinsaturés oméga 3 à partir de têtes de saumon (salmo salar) par hydrolyse enzymatique P 22.*
46. GROS F (1958).- *Rôle des acides amines dans la synthèse des acides nucléiques chez Escherichia coli.- Volume 14, Issue 1, P. 1-230*
47. HOFMAN, A., 2000.- *Amélioration de l'aviculture traditionnelle aux Iles Comores. Impact de la claustration et de la complémentation en provende locale sur la*

productivité de la volaille locale. Faculté de médecine vétérinaire. Université de Liège, Liège, p. 71.

48. HOYLE N, MERRIT T JH. (1994).-*Quality of fish protein hydrolysates from herring (Clupea harengus). J. of Food Sci., p. 59.*
49. IFREMER (1991).- *Traitement des crevettes contre le noircissement : Mise au point d'une ligne de traitement RG410 CHAT.*
50. IFREMER. (2012).-*Hydrolyse, hydrolysats protéiques et peptides bioactifs de produits de la mer.394 p. In : Techniques d'Analyse et de Contrôle dans les Industrie Agroalimentaires MULTON J.L., 2ème édition,p.157-199.*
51. ISO 16649.- *Escherichia coli : Méthode horizontale pour le dénombrement des Escherichia coli bêta-glucuronidase positive -- Partie 2: Technique de comptage des colonies à 44 degrés C au moyen de 5-bromo-4-chloro-3-indolyl bêta-D-glucuronate.*
52. ISO 4833.-*Flore totale : Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes -- Comptage des colonies à 30° C par la technique d'ensemencement en profondeur.*
53. ISO 6579.- *Salmonelles. Méthode horizontale pour la recherche des Salmonella spp.*
54. ISO 7937.- *Clostridium perfringens. - Méthode horizontale pour le dénombrement de Clostridium perfringens -- Technique par comptage des colonies.*
55. ISO/TS 21872.-*Vibrio. - Méthode horizontale pour la recherche des Vibrio spp. Potentiellement entéropathogènes -- Partie 1: Recherche de Vibrio parahaemolyticus et Vibrio cholerae.*
56. JACQUES m (1978).- *Dynamique des populations de crevettes pénéides exploitées à Madagascar : Editions de l'office de la recherche scientifique et technique outre-mer O.R.S.T.O.M. PARIS, p. 19 :220.*
57. JENKELUNAS P, (2013).-*Production and assessment of Pacific hake hydrolysates as a cryoprotectant for frozenfish mince. Master of Science, University of British*
58. JIN (2013).D. Jin, C. Chen, L. Li, S. Lu, Z. Li, Z. Zhou, H. Jing, Y. Xu, P. Du,H. Wang,
59. KASPRZYK Z (2012).-*Une Analyse Globale de la Chaîne D'approvisionnement de la Pêcherie du Crabe de Mangrove (Scylla serrate) à Madagascar : localisation des principales zones de production, p..21.*
60. KASPRZYK Z. (2012).- *Une Analyse Globale de la Chaîne D'approvisionnement de la Pêcherie du Crabe de Mangrove (Scylla serrate) à Madagascar. Programme pour*

la mise en œuvre d'une stratégie de pêche pour la région Afrique orientale-australe et Océan Indien. 81 p.

61. KONKON N G, SIMAGA D, ADJOUNGOVA A L, N 'GUESSAN K E, ZIRIHI G N, KONE B D. (2006).-*Étude phytochimique demitragyna inermis (willd.) o. ktze (rubiaceae), plante a feuille antidiabetique. Pharm. med. trad. afr., 74 P.*
62. KRINSTINSSON H.G. et RASCO B.A., (2000).-*Fish Protein Hydrolysate : Production, Biochemical and Functional Properties. Critical reviews in Food Science and Nutrition.*
63. JOURNALMADAGASCAR.COM.(2019).-*In actualité, développement, économie, investigation, social. Publié 5 avril 2019.*
64. MALEWIAK, CUQ J.L., GUIRAUD., J., NAVARRO, J.M. (1992). Microbiologie alimentaire, in : Dupin H; M.I., Leynaud. R, C., Berthier, A.M. (Ed.), Alimentation et nutrition humaines. ESF. Paris : 1267-1330
65. MEADR (Ministère d'Etat à l'Agriculture et au Développement Rural, Direction des Ressources Halieutiques,) (1996). Programme sectoriel pêche. Aménagement de la pêche crevetteière Malgache. Programme des Nations Unies pour le développement, organisation des Nations Unies pour l'aliment et l'agriculture, édité par GREBOVAL D et RANAIVOSON E, 186 p.
66. MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION QUEBEC (MAPAQ) (2006). *La crevette :-Analyse de l'industrie, p 12 : 94.*
67. MINISTÈRE DE LA PECHE ET DES RESSOURCES HALIEUTIQUES. (2009).- *Données statistique de la production et exportation du crabe 2005-2009, 10 p.*
68. MIOSSEC.L., BOCQUENE G., TRUQUET.P, (1998).-*Toxicité aiguë du tétrachloroéthylène sur la crevette des marais P. varians 13 p.*
69. MIRANA K, (2018).-*Valorisations nutritionnelle et fonctionnelle des viscères de poissons : essais d'enrichissement protéique des croquettes. Propriétés fonctionnelles des hydrolysats protéiques. Solubilité Mémoire du Master : Parcours Sciences des aliments et de la Nutrition : Université d'Antananarivo, p.28-29*
70. MIRANA R K, (2018).-*Valorisations nutritionnelle et fonctionnelle des viscères de poissons : essais d'enrichissement protéique des croquettes. Composition des acides aminés. Mémoire du Master : Parcours Sciences des aliments et de la Nutrition : Université d'Antananarivo, p.54 : 99*

71. MISSION ECONOMIQUE DE TANANARIVE, (2008).- *Le secteur halieutique à Madagascar. UBIFRANCE, pp 4.*
72. MODOU (2010).- *Dynamique des ressources halieutiques à durée de vie courte : cas des stocks de poulpe et de crevettes exploités au Sénégal. La pêche, un enjeu majeur en Afrique de l'Ouest, en particulier au Sénégal, p 12.*
73. MOHAMED, EL., MORHIT, M., FEKHAOUL, A., ABIDI EI, A., YAHYAOUI, A. (2013).- *Contamination métallique d'Anguilla anguilla au niveau de l'estuaire de LOUKKOS(Maroc), bulletin de l'institut scientifique, Rabat, section sciences de la vie, 2013, n°35 , 111-118.*
74. MOHAMMED R A, (2021).- *Pratiques en nutrition :* Règles générales de l'alimentation saine : Revue de Médecine Générale et de Famille / N°19 • Sept-Nov 2021 P 19 :32*
75. NGUYEN T.M.H, (2009). *Valorisation de matières premières marines faible valeur p. 59.*
76. NOBLE C.J, (1978).- *Carriage of group D streptococci in the human bowel J. Clin. Pathol., 31 (1978), pp. 1182-1186.*
77. NOËL P, (2016). *Le crabe à bérêt Dromia personata (Linnaeus, 1758). In Muséum national d'Histoire naturelle [Ed.], 4 décembre 2016. Inventaire national du Patrimoine naturel, pp. 1-10.*
78. OCDE, (2001).- *Ligne directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques toxicité orale aiguë - méthode par classe de toxicité aiguë, p 14 et 40 : 81*
79. ORSTOM, PARIS (1978).- *Biologie d'une population de crevettes. Penaeus indicus H. Milne Edwards sur la côte nord-ouest de Madagascar.*
80. PARAPENAEUS LONGIROSTRIS LUCAS, (1846).- *Façade Maritime Oranaise. European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.36 No.1 (2009), pp.134-144.*
81. PATRICK D et Yves L. (1983).- *Valorisation des sous-produits de la pêche.-In I.S.T.P.M., Département Utilisation et Valorisation des Produits, Nantes.*
82. PENVEN., TURPAUL Ta., BARON R., ETIENNE M., DELANNOY C., BERGE J.P., (2017).- *Utilisation des sous-produits de la pêche et de l'aquaculture pour l'alimentation en aquaculture,*
83. POYART C. , G. QUESNE, PATRICK. T. C., (2002).- *Taxonomic dissection of the Streptococcus bovis group by analysis of manganese-dependent superoxide*

dismutase gene (sodA) sequences: Reclassification of 'Streptococcus infantarius ssp. coli' as Streptococcus lutetiensis sp. nov. and of Streptococcus bovis biotype 11.2 as Streptococcus pasteurianus sp. Nov Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 52 (2002), pp. 1247-1255.

84. POYART C., GILLES Q and PATRICK T. C., (2001).- *Taxonomic dissection of the Streptococcus bovis group by analysis of manganese dependent superoxyde dismutase gene (sodA) sequences: reclassification of 'Streptococcus infantarius subsp. coli' as Streptococcus lutetiensis sp. nov. and of Streptococcus bovis biotype 11.2 as Streptococcus pasteurianus sp. nov.*
85. QUAGLIA GB and Orban E. (1987 b).-*Influence of degree of hydrolysis on the solubility of protein hydrolysates from sardine (Sardina pilchardus).* J. Sci. Food Agric.,P 38
86. QUAGLIA GB and ORBAN E. (1987a).-*Enzymic Solubilisation of proteins of Sardine (Sardina pilchardus) by commercial proteases.* J. Sci. Food Agric., P 38.
87. RANDRIAMAHATODY Z (2011).- *Valorisation biotechnologique des co-produits de crevette : utilisation de la proteolyse enzymatique pour des applications avicoles à Madagascar*, 236 P.
88. RANDRIAMIDOSY J. C (2022).-*Valorisation par autolyse enzymatique des coproduits d'esturgeon « Acipenser baeri » résultant de la production de caviar de Madagascar : Thèse de doctorat. Parcours sciences de la vie et de l'Environnement. Antananarivo p.93.*
89. RAVONINJATOVO M., RANDRIAMAHATODY Z., RAVONIZAFY C., RAMANANJAONA, RAJAONARIVONY M., RANDRIANATORO H., RAJOELISOA A (2014).-*Valorisation des coproduits de crevette (Penaeusspp.) par hydrolyse enzymatique. Actes des journées scientifiques QualiREG : 137-138.*
90. RAVONINJATOVO, (2014). - *Valorisation des coproduits de crevette (penaeus spp.) par hydrolyse enzymatique. Actes des journées scientifiques QualiREG 2012–2014. p.2*
91. RAZAFIMANANTSOA L. G. 2007.-*Études de la qualité des postlarves cas de la ferme aquaculture de crevette de besalampy (acb). Mémoire d'Ingéniorat. Université d'Antananarivo. 117 p.*
92. RAZAFIMAHEFA (2023).-*Aliments énergétiques. Cours d'enseignement en Master 2. Parcours de Biochimie, Microbiologie et Biotechnologie Appliquées (BMBA) de la Faculté des Sciences, Université de Mahajanga. 39 p.*

93. RAZAFINDRAKOTO H L, 2015.-Autolyse des têtes de crevettes *Penaeus indicus* et qualité nutritionnelle des dérivés autolytiques. p.52.
94. REAPPRAISAL, 2003.-The taxonomy of the *Streptococcus bovis*/*Streptococcus equinus* complex and related species: Description of *Streptococcus gallolyticus* subsp. *gallolyticus* subsp. nov., *S. gallolyticus* subsp. *macedonicus* subsp. nov. and *S. gallolyticus* subsp. *pasteurianus* subsp. Nov Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 53 (2003), pp. 631-645.
95. SANCHEZ-M,D.I.(2009).-Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by –products : Food chemistry, 112, 671-675.
96. SCHLEGEL 2003.-. Schlegel, F. Grimont, E. Ageron, P.A.D. Grimont, A. Bouvet
97. SELMANE. D, 2010.- Étude de l'Extraction des Protéines de Coproduits d'Abattage et de leur Valorisation comme Ingrédients Fonctionnels : Extraction et purification des protéines ; p. 21.
98. THIAW M.2005.-Les prédateurs ichthyophages de grandes tailles des milieux estuariens et lagunaires d'Afrique de l'Ouest : distribution, abondance et traits de vie, DEA Biologie Animale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheih Anta Diop de Dakar, Dakar (Sénégal), 94 p.
99. TOUAHRIA M. S. 2018.- Étude de l'effet de l'anti-solvant sur la solubilité de la glycine.- mémoire de master en Sciences de la matière. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Larbi Tébessi-Tébessa. 74 p.
100. TSIALY J L, (2014).- Évaluation des qualités microbiologique et nutritionnelle des « composes » vendus au bord des rues dans la ville de Mahajanga. Mémoire de Master II, Parcours BMBA, Mahajanga, Faculté des Sciences, des Technologies et de l'Environnement : P.64-89 :123.
101. TSIALY J. L., RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R., RAZAFIMAHEFA (2020a).-« Études des qualités des sous-produits halieutiques de la ville de Mahajanga » Disponible sur « (https://drive.google.com/drive/folders/1soj0tUISCgqAKX0LS__N-tlco0fswvKo) ».
102. TSIALY J. L, VOLOLONIRINA R. F., FANAMBINANTSOA F. R., RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA. (2020b)- « Études des risques de sous-produits halieutiques sur l'environnement : cas de la ville de Mahajanga », Communication affichée durant la rencontre scientifique Université

d'été deuxième Edition, organisée par l'Université de Mahajanga des 17,18 et 19 novembre 2020..

103. TSIALY J L, ARISTIDE J. G., VOLOLONIRINA R. F, FANAMBINANTSOA F. R, RANDRIAMAHATODY Z, RASOLOMAMPIANINA R et RAZAFIMAHEFA (2021a).-« Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par Aristide Jean Galbert à Mahajanga », Communication orale durant la rencontre scientifique organisée par l'Université de Mahajanga (Université d'été troisième Edition) des 12 et 13 novembre 2021. (Annexe 2, Résumé 3).
104. TSIALY J.L., RANDRIAMAHATODY Z., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA, (2021b) « Caractéristiques nutritionnelles des sous-produits de crevette dans une Société de Mahajanga. Disponible sur « <https://jsespa.mg/js-espa-premiere-edition> ».
105. TSIALY J. L., RANDRIAMAHATODY Z., RAVONIZAFY C., RANDRIANATORO H., RAKOTOMALALA H. L., ANDRIAMBELOSON H.O., RASOLOMAMPIANINA R. et RAZAFIMAHEFA (2021c).« *Qualités nutritionnelles et microbiologiques des carapaces de crabes vendus aux marchés d'Ambohimandamina et de Tsaramandroso dans la Commune Urbaine de Mahajanga*»,Communication affichée durant la rencontre scientifique organisée par l'Institut Supérieur de Technologie d'Ambositra des 5, 6 et 7 octobre 2021.(Annexe 2, résumé 2).
106. VOLOLONIRINA M.T, (2017).-*Étude des potentialités nutritionnelles et fonctionnelles des têtes de poissons *Scarus ghobban* et *Epinephelus malabaricus**. Mémoire de Master II, Université d'Antananarivo 50 p.
107. WATTS B.M., YLIMAKI G.L., JEFFERY L.E., ELIAS L.G. (1991).-Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments 159 p.
108. WOLFF J.P, (1991). *Analyse et dosage des lipides in Techniques d'Analyse et de Contrôle dans les Industries Agroalimentaires*, Multon J.L., 2e édition, p.157199Y. Xiong, H. Zheng, X. Bai, H. Sun, L. Wang, C. Ye, M. Gottschalk, J. Xu *Dynamics of fecal microbial communities in children with diarrhea of unknown etiology and genomic analysis of associated *Streptococcus lutetiensis**. *BMC Microbiol.*, 13 (2013), p. 141.
109. YU ALLEN T. YU1, KATE S, CHRISTY A. BENERI2 AND LISA S. WILKS-G., (2021).- *Streptococcus lutetiensis neonatal meningitis with empyema* 21p.

110. ZELZKO M., CHRZANOWSKA J., POLANOWSKI A. (2008). *Pancreatic proteolytic enzymes of ostrich purified on immobilized protein inhibitor. Characterization of a new form of chymotrypsin (Chtr1). Comp. Biochem. Physiol. Part B 151: 102-10.*
111. ZOHRA B et Ahlem H.,(2018) : *Valorisation biotechnologique des coproduits de crevette rouge Aristeus antennatus (Risso, 1816):-Etude du pouvoir antioxydant et antimicrobien du chitosane :-Introduction générale. P.16.*

II. RÉFÉRENCES WEBOGRAPHIQUES

112. *Acide aminé essentiel chez l'humain. Disponible sur :*

« https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_amin%C3%A9_essentiel » [en ligne].

Consulté le 08 aout 2023 à 18 h 34.

113. Acide aminé., 2023. Disponible sur : « fr.wikipedia.org/wiki/acide_aminé » [en ligne].

Consulté le 11 février 2023 à 18 h 04.

114. Acide aminé. Disponible sur :

« <https://nhco-nutrition.com/les-acides-amines-a-lorigine-de-la-vie> »

[en line]. Consulté le 10 aout 2023. 11h 34.

115. Autolyse.2023 :

Disponible sur www.larousse.fr/dictionnaires/français/autolyse/6745 [en ligne].

Consulté le 24/01/23 18h52.

116. *Clostridium perfringens* : Disponible sur

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Clostridium_perfringens> (La dernière modification de cette page a été faite le 5 juin 2020 à 00:49) [en ligne].

Consulté le 16 mai 2021 à 17h.

117. *Clostridium perfringens*, photo. 2021 : Disponible sur :

< <http://medicalpicturesinfo.com/wpcontent/uploads/2011/08/Clostridium-perfringens-6-150x150.jpg>>. [en ligne]. Consulté du 16 mai 2021.

118. Crabe. Disponible sur : « <https://www.google.com> » [en ligne]. Consulté le 09 décembre 2023 à 15 h.

119. Définition protéines. Disponible sur : « <https://www.futura-sciences.com> » [en ligne]. Consulté le 11 décembre 2022 à 16 h.

120. *Escherichia coli* photo 2021 :

Disponible sur : <<https://www.topsante.com/themes/escherichia-coli>> [en ligne].

Consulté le 11 Mai 2021.

121. *Escherichia coli*.2021 : (Dernière mise à jour le 7 février 2018)

Disponible sur :<<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>>[en ligne].

Consulté le 16 mai 2021 à 15h 26.

122. Espèce de crabes. Disponible sur :

« <https://orbi.umons.ac.be/handle/20.500.12907/20885> » [en ligne].

Consulté le 07 décembre 2023 à 16 h 00.

123. Flore totale photo. 2021 : Disponible sur :

<https://www.google.com/search?q=Flores+totales&tbm=isch&ved=2ahUKEwj4il7Z-8_wAhUqgHMKHU3gDzoQ2-cCegQIABAA#imgrc=7Z3EDkzrMs5WtM>[en ligne]
(Consulté le 16 mai 2021 à 16h 30).

124. *Flore totale*.2021 : Disponible sur :

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Flore_m%C3%A9sophile_a%C3%A9robique_totale> (La dernière modification de cette page a été faite le 27 juillet 2019 à 15:20) [en ligne]
(Consulté le 16 mai 2021 à 16h 30).

125. Les acides aminés. Disponible sur :

« <https://nhco-nutrition.com/les-acides-amine-a-lorigine-de-la-vie> » [en ligne].

Consulté le 03 février 2024 à 17 h 00.

126. Photo de crabes *scylla serrata* : Disponible sur

<<https://www.alamyimages.fr/crabe-de-boue-scylla-serrata-a-vendre-a-un-marche-de-fruits-de-mer-a-sydney-australie-image259840506.html?> » [en ligne].

Consulté le 11 aout 2023.

127. Photo de crevettes *penaeus indicus* :

Disponible sur : « https://fr.freepik.com/photospremium/crevettes-penaeus-vannamei-crevettes_5004352.htm » [enligne] consulté le 11 aout 2023

128. Rôle du phosphore. Disponible sur :

<https://www.google.com/search?q=r%C3%B4le+phosphore&sca_esv » [en ligne].

Consulté le 01 février 20124.

129. *Salmonella*.2021 :

Disponible sur : <<https://fr.wikipedia.org/wiki/Salmonella>> [en ligne]. (La dernière modification de cette page a été faite le 31 janvier 2021 à 22:50) [en ligne].

Consulté le 16 mai 2021 à 16h 30.

130. *Salmonella*.photo.2021 :

<<http://static4.bigstockphoto.com/thumbs/2/5/4/small2/4526134.jpg>>[en ligne].

(Consulté 16 mai 2021).

131. *Salmonelle*.2021 :

Disponible sur :

« [https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-sante-du-quotidien/2519864-salmonelle-salmonellose-oeuf-symptome\(dernier mis à jour le 15/06/20 18:02\)](https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-sante-du-quotidien/2519864-salmonelle-salmonellose-oeuf-symptome(dernier%20mis%20%C3%A0%20jour%20le%2015/06/20%2018:02)) [en ligne]. contamination-incubation-cause-traitement/ »

Consulté le 16 mai 2021 à 16h 30.

132. Toxicité aigüe.

Disponible sur : «https://fr.wikipedia.org/wiki/Toxicit%C3%A9_aigu%C3%AB » [en ligne]. Consulté le 12 mars 2024 à 15 h 01.

133. Toxicité Chronique. Disponible sur :

« https://fr.wikipedia.org/wiki/Toxicit%C3%A9_chronique » [en ligne]. Consulté le 12 mars 2024 à 15 h 15.

134. Valeur nutritionnelle de crevette. Disponible sur :

« [https ://www.santemagazine.fr/alimentation/nutriments/guide-des-calories/fruits-de-mer/crabe-918361](https://www.santemagazine.fr/alimentation/nutriments/guide-des-calories/fruits-de-mer/crabe-918361) » [en ligne]. Consulté le 17/01/2023.

135. *Vibrio pathogène photo.2021* : Disponible sur:

<<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/intoxication-alimentaire/bacterie-vibrio.html>> [en ligne]. Consultée le 16 mai 2021 à 16h 30.

136. *Vibrio pathogène.2021* : Disponible sur :

<<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vibrio>>[en ligne] _ (La dernière modification de cette page a été faite le 14 avril 2020 à 08:26) [en ligne] (Consulté le 16 mai 2021 à 16h 30.)

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

Autolysat	: Ce qui résulte d'une autolyse (culot + surnageant)
Autolyse	: Hydrolyse enzymatique sous l'action des enzymes endogènes.
Culot	: Résidu noirâtre qui s'amasse au fond d'une pipe
Décorticage	: Processus qui consiste à séparer la chair de carapaces de crevettes, à la machine ou à la main.
Etêtage	: Action d'étêter
Insécurité alimentaire	: Etat (ou situation) dans lequel se trouve une personne ou un groupe de personnes lorsque la disponibilité en aliments ou la capacité à en acquérir est limitée, ne leur permettant pas de satisfaire leurs besoins.
Rostre	: Sorte de bec de certains insectes et crustacés
Surnageant	: C'est le liquide qui se dépose en surface de tube contrairement au culot.
Ubiquitaire	: Un être vivant présent dans toutes les parties du monde, qui est cosmopolite pour son aire de répartition, ou pouvant se multiplier chez de nombreuses espèces ou dans de nombreux biotopes différents. Ubiquitaire est l'opposé de spécifique.
Braistorming	: Recherche des nouvelles idées sur un sujet donné
Hydrolysats	: Décomposition chimique d'une substance par l'eau.

ANNEXES

Annexe 1. Résumés des articles scientifiques publiés

Résumé 1.

Etudes des qualités des sous-produits halieutiques de la ville de Mahajanga.

TSIALY J.L.^{1*}, RANDRIAMAHATODY Z.,² RASOLOMAMPIANINA R.,³ RAZAFIMAHEFA.⁴
(2020). *Ecole Doctorale de Génie du Vivant et Modélisation, Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga,*
**juniortsialy@yahoo.fr*

La malnutrition et les déchets (sous-produits halieutiques) sont des problèmes habituellement rencontrés dans les pays en développement. Parmi ces déchets, les sous-produits halieutiques dominent dans les villes de notre pays, ils sont remarquables et notamment dans les périphériques de Madagascar y compris Mahajanga. Nous nous intéresserons dans cette étude à l'évaluation de la qualité nutritionnelle et microbiologique des produits halieutiques en vue de l'amélioration de la sécurité alimentaire : cas de la ville de Mahajanga (Madagascar). Des fiches d'enquête ont été confectionnées et préparées avant les enquêtes qui ont été réalisées auprès des personnes responsables des usines. Des matériels de laboratoire physico-chimique et microbiologique ont été utilisés. Des méthodes d'analyse physico-chimiques et microbiologiques ont été élaborées durant la détermination des protéines, des cendres brutes, des lipides, de l'humidité ainsi que des éléments minéraux comme le calcium, le phosphore, le magnésium et le fer. Des enquêtes ont été effectuées auprès des usines de Traitement des produits halieutiques trouvées à Mahajanga à l'instar de SOMAPECHE, de REFRIGEPECHE, de SOGEDIPROMA, de PECHEEXPORT. La carapace des crevettes a été choisie parmi les sous-produits, en effet, l'analyse physico-chimique a montré qu'elle a des teneurs importantes en protéine ainsi qu'en calcium. Et, pour les analyses microbiologiques, les sous-produits n'ont aucun risque de contamination sauf les germes des salmonelles qui ont été détectés mais en faible quantité. Les valeurs nutritionnelles des sous-produits halieutiques ne sont pas négligeables vis-à-vis des produits halieutiques car on retrouve 14 g sous-produits et 20g de produits pour cent gramme. En effet, les sous-produits des usines de Mahajanga peuvent être valorisés ou exploités dans le cadre de la sécurité alimentaire des animaux (proviende) et/ou de l'homme (extraction de protéines et des calciums).

Mot clés : Etudes, qualités, sous-produits halieutiques.

Résumé 2.

Caractéristiques nutritionnelles des sous-produits de crevette dans une société de Mahajanga

TSIALY J. L^{1*}, **RANDRIAMAHATODY Z.²**, **RASOLOMAMPIANINA R.³** et **RAZAFIMAHEFA^{1,4}** (2021).

¹ Ecole Doctorale de Génie Vivant et Modélisation, Université de Mahajanga,

² Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Aliments et des Eaux du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

³ Laboratoire de Microbiologie du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

⁴ Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga.

* *Correspondance* : E-mail : juniortsialy@yahoo.fr/ Tél :038 45 668 04

Les sous-produits halieutiques sont parmi des déchets qui dominent quasiment dans toutes les villes avoisinant la mer comme la ville de Mahajanga. Ils peuvent créer des problèmes socio-économiques. Cette étude a pour objectif principal de contribuer à la valorisation des sous-produits de crevette à Mahajanga. Elle a pour objectifs spécifiques d'identifier les différents types de sous-produits de crevette les plus abondants dans les Sociétés de la ville de Mahajanga et d'étudier leur valeur nutritionnelle. Pour ce faire, des enquêtes auprès des Responsables des Usines de traitements des crevettes à Mahajanga ont été effectuées ainsi que des collectes d'échantillons au niveau de la société. Les teneurs en éléments nutritifs des échantillons ont été par la suite déterminées. Il s'agit des protéines, des lipides, de l'humidité et des cendres brutes. Cette étude nous montre que la ville de Mahajanga abrite les quatre sociétés SOGEDIPROMA, SOMAPECHE, PECHEXPORT et REFRIGEPECHE traitant des produits halieutiques en général et des crevettes en particulier. Elle aborde aussi les qualités nutritionnelles des sous-produits de crevette de la ville de Mahajanga, qui contiennent 70,55 % d'eau, 14,27 % de protéines, 3,49 % de lipides, 2,59 % de glucides, 9,09 % de cendres brutes renfermant des éléments minéraux et ils apportent 98,873 kcal/100g. Ces sous-produits halieutiques sont donc des sources de protéines et d'éléments minéraux. Ainsi, ils peuvent être valorisés en les utilisant pour fabriquer d'autres produits alimentaires de bonne qualité nutritionnelle.

Mot clés : Crevette, Sous-produits de crevette, caractéristique nutritionnelle

Résumé 3.

Propriétés physiques, physico-chimiques et fonctionnelles de la farine du riz "mamoriaka mena".

RAZAFIMAHEFA¹, SOLOFONIAINA T. E.², VOLOLONIRINA R. F.³, FANAMBINANTSOA F. R.⁴, **TSIALY J. L.**⁵ et RANDRIANANTENAINA A.⁶ (2021).

1: Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM), Université de Mahajanga, Madagascar 2; Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement (FSTE), Université de Mahajanga, 3: Biochimie Alimentaire et Valorisation des Ressources Naturelles (BAVRN), Faculté des Sciences, Université d'Antsiranana 4: Laboratoire de GREENMADAG, Faculté des Sciences, Université d'Antsiranana, Madagascar

Correspondant : Razafimahefa, Lot 0211 B – 0170, Secteur 2, Ambohimandamina, MAHAJANGA ; E-mail : razafimahefa3@gmail.com

Le riz constitue la nourriture de base de nombreuses populations de la planète. Différents procédés peuvent être utilisés pour transformer les grains de cette plante en d'autres produits dérivés. La qualité technologique du riz peut être appréciée par des méthodes physiques, physico-chimiques et biochimiques. La notion de qualité du riz regroupe un grand nombre de caractéristiques. Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité de la farine des grains de riz "Mamoriaka mena" en considérant ses propriétés physiques, physicochimiques et fonctionnelles. Des méthodes ont alors été utilisées pour déterminer ces paramètres. Concernant les propriétés physiques et physico-chimiques, les paramètres suivants ont été analysés : la couleur, la masse volumique, l'humidité, la teneur en matière sèche, le pH et l'acidité totale. Mais, pour les propriétés fonctionnelles, les paramètres qui ont été analysés sont la capacité d'absorption d'eau, la capacité d'absorption d'huile, le rapport Hydrophile/Lipophile et le pouvoir de gonflement. Les résultats obtenus ont montré que cette farine est blanchâtre. Sa masse volumique est de 0,67 g/ cm³ . Ses teneurs en eau et en matière sèche sont respectivement 10,03% et 89,97%. Son pH est de 6,30 et son acidité totale est de 0,16% (équivalent en acide lactique). Ses capacités d'absorption d'eau et d'huile sont respectivement 17,56% et 127,52%. Le rapport Hydrophile/Lipophile pour cette farine est de 0,14. Son pouvoir de gonflement est de 6,04 g/g de farine. En considérant les valeurs de ces différents paramètres, on peut dire que cette farine est de bonne qualité. Elle peut donc être utilisée pour fabriquer des produits dérivés.

Mots-clés : Riz "Mamoriaka mena", Propriétés physiques, Propriétés physico-chimiques, Propriétés fonctionnelles, SAVA

Abstract 4.

Valorization of Crops in Madagascar: Use of Cassava Flour in Baking Creators

Razafimahefa, Randrianantenaina Antoni, Vololonirina Rangita Florida, Tsialy Jean Louis
Fanambinantsoa Fara Razafimandimby Ratolonanahary Hajaniaina Fidelic, Rabemiarina
Flavien Et Rabenandrasana Deri

Wheat flour is one of the ingredients used in baking. However, for climatic reasons, most bread producing countries are unable to grow wheat. Also, they depend on expensive imports of wheat flour at the expense of their scarce foreign exchange resources. In these countries, the price of wheat flour is automatically increased with the monetary exchange rate, thus causing a direct or indirect increase in the price of bread. It would therefore be useful to look for rustic plants that can be transformed into flour that can be used in bread-making. This study was carried out to transform the roots of Malagasy cultivars of cassava into flours and to use the flours produced to make composite breads. The flours produced were characterized by determining physical, physico-chemical and biochemical parameters. The quality of the breads made was assessed by determining their heights, volumes and specific volumes. The results obtained have shown that the characteristics of the flours produced are variable. The heights, volumes and specific volumes of the breads made decrease as the incorporation rate of the new flours produced increases. Up to 30% incorporation of these new flours, the breads made are comparable to breads containing 100% wheat flour. Thus, the prospect of using cassava flour in the bakery seems interesting; it can be integrated into the crop promotion policy in Madagascar in order to produce breads at a lower cost. It is therefore one of the strategies that could be adopted in the face of climate change and it could reduce the poverty of the Malagasy with the direct connection of producers to industries.

Résumé 5.

Propriétés physiques et physico-chimiques des farines de trois variétés de patate douce les plus cultivées et consommées dans la région Atsinanana

VOLOLONIRINA R. F.¹ , RAZAFINDRASOA M. Y.² , RANDRIAMAROSON J. L. E.³ , FANAMBINANTSOA FARA. R.⁴, RANDRIANANTENAINA A.⁵, TSIALY J. L.⁶ et RAZAFIMAHEFA⁷.

1: Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation (EDGVM) de l'Université de Mahajanga

2: Faculté des Sciences de Technologie et de l'Environnement (FSTE), Université de Mahajanga 3: Biochimie Alimentaire et Valorisation des Ressources Naturelles (BAVRN), Laboratoire Creen Madag Naturally de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antsiranana, BP 0 - Antsiranana (201) Correspondant : VOLOLONIRINA ; Ambondrona Secteur II, lot Tsarahonenana, Mahajanga (401) ; rangitaflorida@gmail.com

Les propriétés physiques et physico-chimiques des farines issues des tubercules de trois variétés de patate douce (*Ipomea batatas*) les plus cultivées et les plus consommées par la population dans la Région AT SINANANA ont été étudiées. Pour cela, des matériels et des méthodes ont été utilisées pour évaluer les humidités, les matières sèches, les pH, les acidités totales et les masses volumiques de trois farines produites. Les résultats obtenus ont montré que la variété à chair blanche et à peau rouge possède respectivement de $7,95 \pm 0,09\%$; $92,05 \pm 0,09\%$; $5,64 \pm 0,01$; $2,01 \pm 0,001$; $0,75 \pm 0,06 \text{ g/cm}^3$. Pour la variété à chair blanche et à peau blanche, les valeurs respectives sont de $8,89 \pm 1,04\%$; $91,10 \pm 1,04\%$; $5,80 \pm 0,02$; $5,51 \pm 0,1$; $0,57 \pm 0,005 \text{ g/cm}^3$. Pour la variété à chair orange et à peau orange, elles sont respectivement suivant : $9,28 \pm 1,25\%$; $90,72 \pm 1,25\%$; $5,47 \pm 0,01$; $2,04 \pm 0,008$; $0,66 \pm 0,0096 \text{ g/cm}^3$. Ces résultats démontrent que les farines de ces trois variétés de patate douce possèdent des propriétés physiques et physico-chimiques essentielles et qu'elles peuvent être utilisées comme ingrédient de base pour la préparation des produits de qualité. Ces propriétés permettent d'appréhender le choix de la farine adaptée à une formulation alimentaire désirée.

Mots-clés : Conservation, Farine de patate douce, Propriétés physiques, Propriétés physico-chimiques, Développement durable.

Résumé 6.

Teneurs en protéines et en éléments minéraux et charge acide d'une farine de patate douce récoltée dans la Région Atsinanana / proteins and minerals content and acid charge of sweet potato flour harvested in the Atsinanana Region.

Revue des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Volume 5, Édition spéciale, Université d'été 3ème édition Mahajanga, novembre 2021

Auteur(s) : VOLOLONIRINA R. F¹. ; RANDRIAMAROSON J. L E ²; RAZAFINDRASOA M. Y³. ; FANAMBINANTSOA F. R⁴. ; TSIALY J. L⁵. ; RANDRIANANTENAINA A⁶. ; RAZAFIMAHEFA⁷.

Mots-clés : Patate douce, Farine, Éléments minéraux, Région Atsinanana [FRS] Les protéines et les éléments minéraux sont des constituants alimentaires les plus importants dans l'organisme humain. Ils sont aussi des éléments indispensables à la santé publique et à la croissance physiologique. Pourtant, ils doivent être fournis en quantité la plus élevée dans la ration. Or, la carence en ces nutriments provoque des divers problèmes dans l'organisme humain. Cette étude a pour objectif principal de contribuer à la valorisation des tubercules comestibles des plantes amylacées locales. Les objectifs spécifiques sont fondés sur la production et la caractérisation de la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge récoltée dans la Région Atsinanana. Pour ce faire, des analyses biochimiques sur la détermination du teneur en protéines, en magnésium (Mg), en calcium (Ca), en zinc (Zn), en manganèse (Mn), en potassium (K), en cuivre (Cu), en sodium (Na), en fer (Fe) et en phosphore (P) ont été réalisées. Les résultats obtenus ont montré que la farine de patate douce produite est marquée par la richesse en potassium, en phosphore, en calcium, en magnésium et en sodium. Les valeurs trouvées sont respectivement de 635,81±22,37 mg/100 g ; 115,42±21,28 mg/100 g ; 92,95±4,25 mg/100 g ; 61,64±2,21 mg/100 g ; 47,23±1,73 mg/100 g des produits frais. En plus, cette farine apporte également des quantités non négligeables en protéines, en zinc, en manganèse, en cuivre et en fer. Ses rapports Ca/P est de 0,80 et Na/K est de 0,07. Ainsi, la valeur de la charge acide la potentielle rénale (indice PRAL) est de -13,29 mEq/100 g. Sur la base de nos résultats, elle a été conclue que la farine de patate douce à chair blanche et à peau rouge renferme une valeur appréciable en éléments nutritifs. Elle présente des effets bénéfiques dans l'organisme humain. La farine de patate douce produite pourra être utilisée dans la technologie et innovation alimentaire.

Annexe 2. Résumé des communications scientifiques

Résumé 1.

Etudes des risques de sous-produits halieutiques sur l'environnement : cas de la ville de Mahajanga

TSIALY J L^{1*}, VOLOLONIRINA R F¹, FANAMBINANTSOA F R¹, RANDRIAMAHATODY Z², RASOLOMAMPIANINA R³ et RAZAFIMAHEFA⁴.

¹ Ecole Doctorale de Génie Vivant et Modélisation, Université de Mahajanga,

² Laboratoire de Physico-chimie du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

³ Laboratoire de Microbiologique du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

⁴ Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga.

*** Correspondance : E-mail : juniortsialy@yahoo.fr**

Les produits halieutiques et leurs déchets ne cessent de croître de chaque année. Ces situations sont vues quasiment partout dans le monde entier. Madagascar est parmi des pays qui produisent ces produits en grandes quantités particulièrement les villes riveraines de la mer y compris Mahajanga. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à l'étude des impacts des sous-produits halieutiques sur l'environnement. Elle a pour objectifs spécifiques d'identifier les usines de traitement des produits halieutiques dans la ville de Mahajanga, d'évaluer la quantité de sous-produits halieutiques dans la ville de Mahajanga, de savoir les modes de traitement de ces sous-produits, ainsi que les types de bactéries contaminant ces sous-produits. Durant cette étude, une visite a été faite dans des différentes usines existantes à Mahajanga. Ensuite, des enquêtes ont été effectuées auprès des responsables des Sociétés SOMAPECHE, SOGEDIPROMA, REFRIGEPECHE et PECHEEXPORT pour avoir des informations concernant les produits traités et les sous-produits halieutiques dans ces Sociétés. Puis, des échantillons de sous-produits halieutiques ont été collectés dans la Société SOGEDIPROMA. Des méthodes d'analyses microbiologiques ont ensuite été utilisées pour déterminer les types des microorganismes présents dans les échantillons. Durant cette étude, les résultats obtenus nous montrent que la ville de Mahajanga présente beaucoup d'usines de traitement des produits halieutiques. Une centaine de tonnes des sous-produits halieutiques sont devenues des déchets selon les enquêtes effectuées auprès de responsable de la Société SOGEDIPROMA. Des microorganismes ont été identifiés dans les sous-produits halieutiques de la ville de Mahajanga. Ces microorganismes sont *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, *Clostridium*, entérobactéries, vibrions et flores totales. Ces sous-produits ont donc une grande menace sur l'environnement. Ainsi, ils vont être à l'origine des maladies. Nous incitons, de ce fait, tant de chercheurs de faire plus d'efforts en matière de protection de l'environnement, notamment concernant les sous-produits halieutiques.

Mot clés : Risque, sous-produit halieutique, environnement, ville de Mahajanga

Résumé 2.

« Qualités nutritionnelle et microbiologique des carapaces de crabes vendus aux marchés d'Ambohimandamina et de Tsaramandroso dans la Commune Urbaine de Mahajanga »

TSIALY J. L¹. *, **RANDRIAMAHATODY Z².**, **C. RAVONIZAFY³,** **RANDRIANATORO H⁴.**, **RAKOTOMALALA R. S. ³,** **ANDRIAMBELOSONH. O⁴.**, **RASOLOMAMPIANINA R⁴.** et **RAZAFIMAHEFA^{1,5}**

¹ Ecole Doctorale de Génie Vivant et Modélisation, Université de Mahajanga,

² Laboratoire d'Analyse et de Contrôle des Aliments et des Eaux (LACAE), Centre National de Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

³Laboratoire de Microbiologie et Immunologie du Centre Hospitalier Universitaire Professeur ZAFIASAONA Gabriel (CHUPZaGa) Androva Mahajanga ;

⁴Laboratoire de Microbiologie et de l'Environnement, Centre National de Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

⁵ Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga.

* Correspondant : juniortsialy@yahoo.fr / +261 34 73 266 09

Les crabes sont des produits halieutiques généralement rencontrés dans les villes proches de la mer. Ils peuvent être trouvés presque dans toutes les Régions de Madagascar et Mahajanga est parmi les villes ayant une grande quantité de production. Quels que soient les modes de traitement, 45 à 60% de crabes entières deviennent des coproduits. Cela peut créer des problèmes socio-économiques. Cette étude a pour objectif principal de contribuer à la valorisation des coproduits de crabes *Scylla serrata* qui constitue l'espèce la plus répandue à Mahajanga. Elle a pour objectifs spécifiques de déterminer leurs valeurs nutritionnelles et de comparer les risques de contamination au niveau de deux marchés. Ainsi, des visites des marchés ont été faites pour connaître les situations des vendeurs de crabes avant de choisir les lieux de collecte. Des discussions (brainstormings) ont été effectuées auprès des vendeurs de crabes pour avoir les informations concernant l'état et les lieux de collectes. Les échantillons ont été collectés aux personnes vendeuses de crabes dans les marchés d'Ambohimandamina et Tsaramandroso de la Commune Urbaine de Mahajanga et acheminés aux laboratoires du Centre National de Recherches sur l'Environnement pour faire les analyses physico-chimiques et microbiologiques. Les teneurs en éléments nutritifs des échantillons ont été alors déterminées. Il s'agit des protéines, des lipides, de l'humidité et des cendres brutes. Les résultats présentent 48,46 % d'humidité, 31,96 % de cendres brutes, 1,19 % de lipides, 9,35 % de protéines et 9,04 % de glucides ainsi les coproduits de crabes apportent 84,27 Kcal/100g. Les analyses microbiologiques ont montré la présence de bactéries dans les coproduits de crabes sur les deux marchés étudiés. La qualité microbiologique est satisfaisante pour *Vibrio*, *Salmonella*, Flores totales. Elle est acceptable pour *Escherichia coli* mais non satisfaisante pour *Clostridium*. Par conséquent, les coproduits de crabes de la commune Urbaine de Mahajanga sont des sources de nutriments importants mais des traitements à haute température sont impératifs pour éliminer les risques de contamination microbiologique.

Mot clés : Carapaces de crabes, qualité nutritive, contamination, commune urbaine de Mahajanga.

Résumé 3.

Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par ARISTIDE Jean Galbert

TSIALY J. L^{1*}, ARISTIDE J. G⁴., VOLOLONIRINA R. F.¹, FANAMBINANTSOA F. R.¹, RANDRIAMAHATODY Z², RASOLOMAMPIANINA R³
et RAZAFIMAHEFA^{1,4}

¹ Ecole Doctorale de Génie Vivant et Modélisation, Université de Mahajanga,

² Laboratoire de Physico-chimie du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

³ Laboratoire de Microbiologique du Centre National des Recherches sur l'Environnement, Tsimbazaza Antananarivo ;

⁴ Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga.

* **Correspondance :**

E-mail : juniortsialy@yahoo.fr

Téléphone : +261 34 73 266 09

Les provendes sont des aliments destinés aux animaux fabriqués à partir des coproduits. Les malgaches ont l'habitude d'utiliser les provendes importées à cause de leurs qualités, malgré le haut prix qui ne correspond pas aux éleveurs. Actuellement, des malgaches ont l'initiative de fabriquer les provendes à partir des produits locaux, comme ARISTIDE Jean Galbert utilise les têtes de crevettes, les coproduits de maïs, coquille d'œuf, son du riz et banane cuit. C'est pour cela, cette étude s'intitule « CARACTERISATION DES PROVENDES TRADITIONNELLES : CAS DE LA PROVENDE FABRIQUEE PAR ARISTIDE Jean Galbert ». L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la valorisation de provendes traditionnelles. Elle a pour objectifs spécifiques de déterminer les qualités nutritionnelles et d'évaluer les qualités microbiologiques de provendes traditionnelles. Des conversations ont été faites auprès de fabricateurs concernant l'information de produit finis. La méthode de Kjeldahl a été faite pour déterminer la protéine. La méthode de Wolf a été utilisée pour analyser le lipide. La méthode de Malewiak a été employée pour savoir la teneur en humidité. Des méthodes ISO ont été pratiquées pour savoir les types des microorganismes existants dans les produits. Les résultats présentent les processus de fabrication de provendes traditionnelles ainsi leurs compositions. Elles apportent 8,77 % d'humidité, 9,68 % de cendres brutes, 91,24 % de matières sèches, 5,92 % de lipides, 14,47 % de protéines et 61,16 % de glucides. Les provendes traditionnelles ne rencontrent pas des germes *Escherichia coli*, *Clostridium*, *vibrio* et *salmonella*. Les provendes de produits locaux sont parmi des aliments protéiques et glucidiques. Elles sont aussi moins risqué pour la contamination microbienne. En bref, les provendes traditionnelles assurent les aliments des animaux. Nous vous conseillons d'utiliser ces provendes pour valoriser nos produits locaux.

Mot clés : Produits locaux, qualités nutritionnelles, qualités microbiologiques.

Annexe 3. ATTESTATIONS.

Attestation 1.



Attestation 2



Attestation 3.



Attestation 4.

UNIVERSITE DE MAHAJANGA

MESUPRES
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

ED GVM
Génie du Vivant et Modélisation
UNIVERSITE DE MAHAJANGA

Ecole Doctorale Ecosystemes Naturels

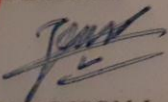
ATTESTATION DE FORMATION

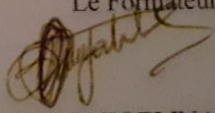
Attribué à Mme/Mr : **TSIALY Jean Louis**

Pour avoir suivi la : « **FORMATION : THESE SUR PAPIER** »

Période du : 23 Septembre 2019 au 25 Septembre 2019

Mahajanga le, 25 Septembre 2019

Le Directeur

Dr H. RAJAONARISON Jean François

Le Formateur

Dr RANJATOELINA Jérémy



Attestation 5.



JOURNEES DE RECHERCHE DES ISTs

« Interdisciplinarité des recherches scientifiques au service du développement durable et d'une société résiliente »

Ambositra le 05,06, et 07 octobre 2021

ATTESTATION DE PARTICIPATION

L'Institut Supérieur de Technologie d'Ambositra octroie cette attestation à :

TSIALY Jean Louis

Pour avoir participé à la 6ème édition des journées de Recherche 2021

En foi de quoi, la présence attestation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit

Fait à Ambositra, le 07 Octobre 2021

Le Directeur Général

TSIALY Jean Louis

AGENCE UNIVERSITAIRE DE LA FRANCOPHONIE

C.I.T.E.F. - CENTRE INTERNATIONAL DE TECHNICIENS D'EXPRESSION FRANÇAISE

Attestation 7.



Attestation 8.



Attestation 9.

	MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITÉ DE MAHAJANGA	
ATTESTATION Cette attestation est attribuée à Mr. TSIALY Jean Louis Pour sa « Communication Orale » ayant comme thème <i>Caractérisation des provendes traditionnelles : cas de la provende fabriquée par Aristide Jean Galbert à Mahajanga</i> lors de la troisième édition de l'« UNIVERSITÉ D'ÉTÉ » du 08 au 12 novembre 2021 au Restaurant La Promenade, Mahajanga Fait à Mahajanga, le 11 novembre 2021 Le Président du Comité Intérimaire  Pr. RASOAMANANJARA Jeanne Angelphine		

Annexe 4. Critères microbiologiques décrits par FCD

Denrées	Germes	Critère REG EU 2073	Critère MP/MDD LS Réception Distribution (R)	Critère MP/MDD LS à DLC/DLUO Distribution (D)	Actions correctives	Commentaires
1. Filets de poissons crus, frais ou surgelés				FCD		
	ABVT		A rechercher	A rechercher	2	
	Escherichia coli		10	10	2	
	Staphylocoques coag +		100	100	1	
	Salmonella		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5*	* Action corrective à adapter selon l'usage raisonnablement prévisible du produit
	Vibrio pathogènes*		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5	* A cibler sur les provenances à risque de produits de la mer importés NS DGAI 2019-486
	Listeria monocytogenes	Non détecté /25g*	100**	100**	3***	*Critère applicable aux produits susceptibles d'être consommés crus ou dérogations prévues par le règlement (CE) n°2073/2005 ** Critère valable pour les produits de moins de 5j de durée de conservation résiduelle sinon non détecté dans 25g ou dérogations prévues par le règlement (CE) n°2073/2005 *** Action corrective à adapter selon l'usage raisonnablement prévisible du produit
	Histamine*	200	200	200	3	*Recherche à effectuer en particulier pour les espèces citées dans le règlement (CE) n°2073/2005

Source : FCD, 2020

Annexe 4. Critères microbiologiques décrits par FCD (Suite)

Denrées	Germes	Critère REG EU 2073	Critère MP/MDD LS Réception Distribution (R)	Critère MP/MDD LS à DLC/DLUO Distribution (D)	Actions correctives	Commentaires
2. Préparations à base de filets de poisson, hachées crues, carpaccio			FCD			
	Flore aérobie 30°C*		100 000*	1 000 000*	1	* Critère applicable aux produits frais destinés à la consommation en l'état
	Escherichia coli		10	10	2	
	Staphylocoques coag +		100	100	1	
	Salmonella		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5	
	Vibrio pathogènes*		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5	* A cibler sur les provenances à risque de produits de la mer importés NS DGA1 2019-486
	Listeria monocytogenes	Non détecté /25g*	100**	100**	3	* Ou dérogations prévues par le règlement (CE) n°2073/2005 ** Critère valable pour les produits de moins de 5j de conservation résiduelle sinon non détecté dans 25g ou dérogations prévues par le règlement (CE) n°2073/2005
	Histamine*	200	200	200	3	*Recherche à effectuer en particulier pour les espèces citées dans le règlement (CE) n° 2073/2005
3. Céphalopodes crus frais ou surgelés Éviscérés et pelés : entiers, blancs ou tranchés (anneaux, lamelles)...	Escherichia coli		10	10	2	
	Staphylocoques coag +		100	100	1	
	Salmonella		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5*	* Action corrective à adapter selon l'usage raisonnablement prévisible du produit
	Listeria monocytogenes		100*	100*	5	* Critère valable pour les produits de moins de 5j de durée de conservation résiduelle sinon non détecté dans 25g ou dérogations prévues par le règlement (CE) n°2073/2005

Source: FCD, 2020

Annexe 4. Critères microbiologiques décrits par FCD (Suite)

Denrées	Germes	Critère REG EU 2073	Critère MP/MDD LS Réception Distribution (R)	Critère MP/MDD LS à DLC/DLUO Distribution (D)	Actions correctives	Commentaires
4. Crustacés crus entiers frais ou surgelés (crevettes crues, langoustines crues...)			FCD			
	Flore aérobie 30°C		10 000	1 000 000	1	
	Escherichia coli		10	10	2	
	Clostridium perfringens		10	10	2	
	Vibrio pathogènes*		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5	* A cibler sur les provenances à risque de produits de la mer importés NS DGAI 2019-486
	Salmonella		Non détecté /25g	Non détecté /25g	1	
5. Crustacés crus décortiqués ou queue fraîche ou surgelés (crevettes crues décortiquées..)	Flore aérobie 30°C		100 000	1 000 000	1	
	Escherichia coli		10	10	2	
	Staphylocoques coag +		100	100	1	
	Clostridium perfringens		10	10	2	
	Vibrio pathogènes*		Non détecté /25g	Non détecté /25g	5	* A cibler sur les provenances à risque de produits de la mer importés NS DGAI 2019-486
	Salmonella		Non détecté /25g	Non détecté /25g	1	

Source: FCD, 2020

Annexe 4. Critères microbiologique par FCD (*Suite et fin*)

Les méthodes recommandées dans le cadre des autocontrôles sont donc les suivantes :

Microorganismes aérobies 30°C	NF EN ISO 4833
Flore lactique	NF EN ISO 15214
<i>Pseudomonas</i>	NF EN ISO 13720
Entérobactéries (présomptives)	NF V 08-054
<i>Cronobacter</i>	NF EN ISO 22964
<i>Coliformes 30°C</i>	NF V 08-050 ou NF EN ISO4832
<i>Escherichia coli</i>	NF EN ISO 16649-2 NF
<i>Escherichia coli</i>	EN ISO 16649-3
Levures et moisissures	NF V 08-059NF
<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	EN ISO 6888-2
<i>Clostridium perfringens</i>	NF EN ISO 7937
ASR 46°C	NF V 08-061
<i>Bacillus cereus</i>	NF EN ISO 7932
<i>Salmonella/25g</i>	Méthode validée
<i>Listeria monocytogenes/25g</i>	Méthode validée
<i>Listeria monocytogenes dénombrement</i>	Méthode validée
<i>Campylobacter</i>	NF EN ISO 10272
Entérotoxine staphylococcique	Méthode validée
<i>Histamine</i>	Méthode validée
<i>Norovirus GI GII</i>	ISO/TS 15216
Virus Hépatite A	ISO/TS 15216
Préparation échantillon farine	NF EN ISO68874 (AmendementA)
<i>Vibrio</i>	NF EN ISO 21872-1

Annexe 5. Fiche d'enquête aux Responsables des Sociétés de la ville de Mahajanga

Mahajanga le.....

Nom de la Société :.....

Nom de Responsable :

[illegible]

Annexe 6. Matériels d'analyses

Les différents matériels utilisés durant l'analyse microbiologique des échantillons, sont les suivants :

- **Balance de précision** : utilisée pour peser l'échantillon ;
- **Eau distillée** : utilisée pour la mise en suspension de l'échantillon et la dilution de la suspension ;
- **Bouteille à gaz** : utilisée pour faire de la flamme ;
- **Autoclave** : utilisé pour stériliser les milieux de culture ;
- **Réfrigérateur** : utilisé pour conserver le milieu de culture ;
- **Sachet stérile** : utilisé pour conserver les échantillons en réduisant tout risque de contamination ;
- **Pipette** : utilisée pour pipeter l'eau salée ;
- **Broyeur** : utilisé pour broyer les échantillons ;
- **Marqueur** : utilisé pour noter les tubes et les boîtes de pétri ;
- **Agitateur** : utilisé pour bien mélanger les solutions ;
- **Seringue** : utilisée pour mesurer la solution mère ;
- **Gant** : utilisé pour couvrir la main durant le broyage manuel des échantillons afin d'éviter la contamination croisée ;
- **Des verres et portoir** : utilisés pour emporter l'échantillon ;
- **Boîtes pétries** : utilisées pour la culture des microbes ;
- **Anse de Pasteur** : utilisée pour ensemencer l'échantillon dans les milieux de cultures microbiennes ;
- **Flamme et hotte** : utilisées pour stériliser les matériels et éviter la contamination externe ;
- **Etuve** : utilisée pour incuber les cultures ;
- **Lamelles et coloration de gram** : utilisées pour observer et différencier les microorganismes ;
- **Microscope** : utilisé pour observer les formes et les types des microorganismes ;
- **Produits chimiques** : les produits chimiques utilisés durant l'analyse microbiologique de composé sont les suivants :
 - **Alcool** : utilisé comme solvant de lavage pour désinfecter les matériels,
 - **Milieux de cultures** : des milieux de cultures ont été utilisés pour identifier les microorganismes.
 - **Poudres TBX** : utilisé pour préparer le milieu TBX (Tryptone Bile X-Glucuronide) ;
 - **Poudre Hektoen** : utilisé pour préparer le milieu Hektoen ;

- **Poudre TCS** : utilisé pour préparer le milieu TCS (Trypto-Caséine-Soja) ;
- **Poudre TCBS** : utilisé pour préparer le milieu TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Saccharose) ;
- **Poudre PCA** : utilisé pour préparer le milieu PCA (Milieu de Plat Count Agar) ;
- **Poudre EPSA** : utilisé pour préparer le milieu EPSA (Eau Peptonée Salée Alcaline) ;
- **Poudre RAPPAPORT** : utilisé pour préparer le milieu RAPPAPORT.
- **Poudre EPT** : utilisé pour préparer le milieu EPT (Eau Peptonée Tamponnée) ;
- **Poudre MRS** : utilisé pour préparer le milieu MRS (deMan, Rogosa, Sharpe) ;
- **Poudre RVS** : utilisé pour préparer le milieu RVS (Rapport Vassiliadis Soja) ;

Les analyses physico-chimiques ont été faites au sein de laboratoire du Centre National de la Recherche sur l'Environnement (CNRE) sise à Tsimbazaza- Antananarive-101. Durant cette étude des matériels ont été utilisés selon les paramètres déterminés.

Les différents matériels et produits chimiques utilisés pour le dosage des protéines sont les suivants :

- **Broyeur** : utilisé pour broyer l'échantillon ;
- **Balance de précision** : utilisée pour peser l'échantillon ;
- **Matras** : utilisé pour minéraliser l'échantillon ;
- **Bécher** : utilisé pour préparer la solution ;
- **Catalyseur** : utilisé pour accélérer la minéralisation de l'échantillon ;
- **Minéralisateur** : utilisé pour dégrader les matières organiques azotées ;
- **Distillateur** : utilisé pour distiller et récupérer l'ammoniac ;
- **Acide borique et bleu de méthyle** : utilisés comme une solution de récupération ;
- **Soude** : utilisée pour neutraliser la solution d'acide ;
- **Burette** : utilisée pour la titration de la solution d'ammoniaque récupérée ;
- **Plaque chauffante** : utilisée pour agiter et chauffer l'échantillon.

Les différents matériels et produits chimiques utilisés durant le dosage de lipides sont les suivants :

- **Broyeur** : utilisé pour broyer l'échantillon ;
- **Balance de précision** : utilisée pour peser l'échantillon,
- **Ballon** : utilisé pour récupérer les matières grasses ;
- **Papier-filtre, entonnoir, eau de robinet chaude** : utilisés pour filtrer l'échantillon

- **Soxhlet, hexane, papier joseph, cartouche, bécher** : utilisés pour extraire la matière grasse ;
- **Évaporateur** : utilisée pour récupérer l'hexane ;
- **Étuve** : utilisée pour éliminer l'eau dans l'échantillon ;
- **Dessiccateur** : utilisé pour refroidir l'échantillon.

Les différents matériels utilisés durant la détermination des teneurs en cendres brutes et en eau des échantillons sont les suivants :

- **Balance de précision** : utilisée pour peser l'échantillon ;
- **Capsule** : utilisée pour contenir l'échantillon ;
- **Four à moufle** : utilisé pour transformer les produits en cendres ;
- **Dessiccateur** : utilisé pour le refroidissement des échantillons.

Dans cette étude, les éléments minéraux déterminés sont les suivants : calcium, phosphore, magnésium, potassium et fer. Les matériels utilisés sur chaque dosage sont :

- **Spectrophotomètre d'absorption atomique**. Il est composé de trois parties :
- **Source d'énergie** : compartiment où se trouve la lampe cathodique
- **Source atomique** : dans cette partie, une flamme est allumée pour détruire l'ion atomique et avoir l'atome brut. Aussi, on règle les rayons de la lampe et on met l'échantillon déterminer.
- **Photo multi paramétrie** : écran d'affichage (densité, concentration, longueur d'onde)
- **Lampe cathodique** : source d'énergie,
- **Solution Tampon** : est utilisée pour la précision des éléments,
- **Eau distillée** : est utilisée pour le lavage des matériels,
- **Pipette** : est utilisée pour pipetter,
- **Étalon** : est utilisé pour l'élaboration d'une courbe étalon,
- **Fiole** : est utilisée pour contenir l'échantillon après minéralisation et pour ajuster le volume.

Les matériels utilisés durant la réalisation des autolyses sont les suivants :

- **Têtes de crevettes broyées** : sont des matières biologiques utilisées,
- **Électrode avec pH mètre** : pour déterminer l'acidité ou la basicité ainsi que les températures des échantillons,
- **Plaque chauffante avec agitateur** : pour chauffer et agiter les échantillons,
- **Barreaux magnétiques** : pour accélérer l'agitation,
- **Tube** : pour prélever des échantillons toutes les 30 minutes,

Les matériels utilisés durant la détermination des acides aminés sont les suivants :

- **Plaque** : est utilisé pour mesurer la présence des acides à noter que la référence frontale,
- **Crayon** : est utilisé pour la note de référence frontale et pour centre présenté par les acides aminés,
- **Règle** : est utilisé pour aligner les points correspondant de l'acide aminé à l'échantillon,
- **Chromatographe** : est utilisé pour détecter les témoins de l'acide aminé,
- **Eau distillée** : est utilisée pour laver la plaque contenant de l'échantillon,
- **Butanol** : est un réactif pour rincer la plaque après chromatogramme,
- **Acide acétique** : est un réactif mélangé avec eau distillée pour détecter les acides aminés dans la plaque.

Annexe 7. Matériels des analyses toxicologiques

Les matériels utilisés durant la détermination de la toxicité sont les suivants :

- **Autolysats** : (extrait protéique des têtes de crevettes) ;
- **Eau distillée** : comme matériel de mélange des autolysats ;
- **Rat** : matériel biologique testant la toxicité des autolysats.
- **Bouteille** : matériel pour mélanger l'extrait et l'eau distillée ;
- **Balance de précision** : utilisé pour connaître la masse de l'échantillon ;
- **Cuvette** : utilisée pour séparer les rats (quatre lot) ;
- **Coupeau de bois** : est utilisé comme litière des rats ;
- **Grillage** : est utilisé pour couvrir les rats ;
- **Entonnoir** : est utilisé pour jauger l'urine des rats ;
- **Petit bidon** : est utilisé pour caser le rat durant l'évaluation des matières fécales et de l'urine;
- **Petit bocal** : est utilisé pour contenir l'urine des rats ;
- **Seringue** : est utilisé pour introduire les extraits aux aiguilles de gavage avec mesure précise ;
- **Aiguilles de gavage** : est utilisé pour administrer les produits aux rats ;
- **Papier wattman** : est utilisé pour filtrer l'urine et les matières fécales ;
- **Huile** : est utilisé pour homogénéiser la solution ;
- **Bocal** : est utilisé pour la dilution.

Les matériels utilisés durant l'introduction des autolysats aux aliments sont les suivants :

- **Feuilles de maniocs et feuilles de patates douces** : est un matériel d'application, elles sont cuites.

Annexe 8. Modes de préparation des milieux de culture

Milieux	Composition	Mode de préparation	Objectif
EPSA	Peptone 20 g/l Chlorure de sodium 30 g/l	-préparer 500 ml d'eau distillée dans l'ermeyer, -Ajouter 10 g de poudre peptone, -Verser 15 g de NaCl, -mettre le barron d'agitateur, -Agiter à la plaque chauffante, -Mettre à l'autoclave.	Solution mère pour identifier vibron cholérique
EPT	Peptone : 20 g/l Chlorure de sodium : 5 g/l KH ₂ PO ₄ : 1,5 g/l Na ₂ HPO ₄ , 12H ₂ O: 9 g/l	-préparer 500 ml d'eau distillée (voir préparation EPSA ci-dessus) -préparer 180 g de solution de EPT, -mettre 20 g de l'échantillon dans 180 g de EPT.	Solution mère pour identifier <i>Escherichi coli</i> , <i>clostridium</i> , <i>Salmonelle</i> , Flore Totale
TBX	30,6 g/ l de poudre Incubé 46 °c durant 24 h	On utilise 60 ml d'eau distillée, agiter, autoclavé	Pour identifier <i>Escherichia coli</i>
TCS	39 g/l de poudre Incubé 37 °c durant 24 h	On utilise 60 ml d'eau distillée agiter, autoclavé	Pour identifier <i>Clostridium</i>
TCBS	88 g/l de poudre Incubé 37 °c durant 24 h	Autoclaver l'eau distillée, On utilise 60 ml d'eau distillé agiter, non autoclavé.	Pour identifier vibron cholérique
PCA	22,5 g/l de poudre Incubé 30 °c durant 72 h	On utilise 150 ml agité autoclaves	Pour identifier la flore totale dilution 1, 2
RAPPAPORT	26,6 g/l de poudre Incubé 46 °c durant 24 h	On utilise 0,7g de poudre Agité et autoclave	Pour enrichissement salmonelle
HEKTOEN	75 g/l de poudre Incubé 37 °c durant 24 h	On utilise 60 ml seul que l'eau distillée autoclave et après on ajoute le poudre	Pour identifier <i>salmonella</i>

NB : Les milieux MRS spécifiques pour identifier le germe *Streptococcus lutetiensis* ont été achetés préparés, à l'Institut Pasteur sis Antananarivo durant cette étude, pour cette raison je ne les prépare pas, aussi, même cas les milieux RVS pour l'enrichissement de *Salmonella*.

Annexe 9. Première expérience : optimisation de la température

- *Température 40 °c fixe*
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,41	1,2042	4,2	42
2		0,9542	3,4	41
3	7,81	1,145	3,6	41
4		0,9898	2,9	42
5	7,74	0,9698	3,5	40
6		1,1277	3,6	41
7	7,80	1,0312	3,4	41
8		1,1045	3,8	42
9	7,76	1,0893	3,7	40
10		1,146	3,9	40
11	7,79	0,9489	3,6	41
12		1,1691	4,2	40

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 10. Deuxième expérience : optimisation de la température

- Température **50 °C** fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,36	1,0025	3.6	55.3
2	7,40	0,2675	4.4	50.7
3	7,54	0,887	3.3	51.4
4	7,36	1,0487	4.5	57.00
5	7,57	1,0279	4.1	51.3
6	7,60	0,933	5.3	50.7
7	7,45	0,954	3.7	55.3
8	7,41	1,3053	5	50,1
9	7,42	1,1399	4.7	51
10	7,43	1,005	4.3	51,2
11	7,38	0,8718	3.7	50,7
12	7,42	0,9601	4.9	51

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 11. Troisième expérience : optimisation de la température

- Température **60 °C** fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,12	1,1361	4	63,9
2		1,3579	5,5	63,9
3	7,21	1,069	6	61,7
4		0,9731	5,6	61,7
5	7,40	1,1659	6,5	62
6		1,0391	5	62
7	7,37	1,0859	5,5	61,8
8		1,1309	6	61,8
9	7,4	1,143	6,3	61,5
10		1,2957	6,1	61,5
11	7,56	1,1611	7,1	64
12		0,946	6	64

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 12. Quatrième expérience : optimisation de la température

- Température 70 °C fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,63	1,513	5,6	65,1
2		1,2276	5	65,1
3	7,37	1,0721	4,9	69,1
4		1,2212	5,7	69,1
5	7,27	1,2575	6,1	70,8
6		1,1147	5,8	70,8
7	7,21	1,1198	6,5	70,6
8		1,0699	6,3	70,6
9	7,10	0,9236	5,9	71,1
10		1,1443	8,2	71,1
11	7,16	1,1818	8,1	70,1
12		0,9158	6,3	70,1

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 13. Cinquième expérience : optimisation de la température

- Températures 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C et température progressive.
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	8,13	2,4882	6,4	41
2		2,1184	5,8	41
3	8,37	2,9782	9,4	42,1
4		2,2073	7,2	42,1
5	8,18	2,0560	7,5	52,3
6		2,0740	7,7	52,3
7	8,17	2,3642	8,8	52,4
8		2,3850	8,9	52,4
9	7,71	2,3686	10,3	62,1
10		2,3790	10,5	62,1
11	7,81	2,7549	12,7	63
12		2,7490	12,6	63
13	7,67	2,5470	14,5	67,8
14		3,9802	23	67,8
15	7,89	2,7267	17	70,1
16		3,5170	22	70,1

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 14. Sixième expérience : optimisation de la quantité d'eau

- Quantité d'eau : 240 ml fixe
- Température 60 °C fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,2	1,8169	8,4	61
2	7,2	1,9154	9,25	61
3	7,2	2,2164	10,95	57,4
4	7,2	2,1442	10,7	57,4
5	7,1	2,1725	11,6	59
6	7,1	2,2015	11,4	59
7	7,04	2,5474	14	58
8	7,04	2,4842	13,7	58
9	6,95	2,5837	15,2	60
10	6,95	2,383	13,2	60
11	7,04	2,1296	12,5	58,2
12	7,04	1,9712	13,8	58,2

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 15. Septième expérience : optimisation de la quantité d'eau

- Concentration d'eau : 300 ml fixe (2,5 fois)
- Température 60°C fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,15	1,4106	7,75	58
2	7,15	1,2582	7,2	58
3	7,17	1,4292	8,7	56
4	7,17	1,4928	9,15	56
5	7,18	1,5206	9,8	57
6	7,18	1,4551	9,4	57
7	7,20	1,5132	10	57,2
8	7,20	1,4789	9,6	57,2
9	7,19	1,4005	8,9	58
10	7,19	1,4225	10,1	58
11	7,20	1,5281	12,1	60
12	7,20	1,4011	11	60

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 16. Septième expérience : optimisation de la quantité d'eau

- Concentration d'eau : 360 ml fixe (3 fois)
- Température 60°C fixe
- Durée : 3 heures
- Masse de l'échantillon : 120 g

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,25	1,2831	7,08	60
2	7,32	1,2945	7,18	61
3	7,40	1,4888	8,19	59
4	7,35	1,4552	9,11	58
5	7,45	1,4778	9,80	59
6	7,18	1,1988	9,12	57
7	7,28	1,6148	10,16	59
8	7,20	1,2840	9,18	60
9	7,14	1,3858	9,25	59
10	7,28	1,4188	10,88	58
11	7,35	1,4858	11,16	61
12	7,28	1,4011	11,86	62

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 17. Huitième expérience : optimisation de la durée

- Durée : 2 heures
- Quantité d'eau : 240 ml
- Température : 60°C
- Masse de l'échantillon : 120 g

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,12	1,1361	4	63,9
2	7,12	1,3579	5,5	63,9
3	7,21	1,069	6	61,7
4	7,21	0,9731	5,6	61,7

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 18. Neuvième expérience : optimisation de la durée

- Durée : 3 heures
- Température **60 °C** fixe
- Masse de l'échantillon : 120 g
- Quantité d'eau : 240 ml

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,12	1,1361	4	63,9
2		1,3579	5,5	63,9
3	7,21	1,069	6	61,7
4		0,9731	5,6	61,7
5	7,40	1,1659	6,5	62
6		1,0391	5	62
7	7,37	1,0859	5,5	61,8
8		1,1309	6	61,8
9	7,4	1,143	6,3	61,5
10		1,2957	6,1	61,5
11	7,56	1,1611	7,1	64
12		0,946	6	64

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 19. Dixième expérience : optimisation de la durée

- Durée : 4 heures
- Concentration d'eau : 240 ml
- Température : 60 °C
- Masse de l'échantillon : 120 g

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	58,5	7,66	1,734	7,3
2			1,518	6,5
3	59,3	7,68	1,4757	6,5
4			1,0231	4,5
5	58,8	7,64	1,24	5,7
6			1,2508	5,8
7	59,01	7,60	1,2238	6,8
8			1,3928	7,5
9	58,8	7,45	1,1086	6,4
10			1,1224	6,6
11	57,48	7,46	1,433	8,3
12			1,6521	10,1
13	57,41	7,41	0,8998	5,7
14			0,9529	6,4
15	58,01	7,43	0,9312	6,2
16			1,2052	8,9

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 20. Onzième expérience : Optimisation des autolyses par *Streptococcus lutetiensis*

- Germe utilisé : *streptococcus lutetiensis*
- Quantité de germes : 300 colonies
- Température : 60°C
- Quantité d'eau distillée utilisée : 200 ml
- PH : neutre
- Prélèvement : chaque 30 mn

Codes	pH	PE (en ml)	CB (en ml)	T° (en °C)
1	7,33	1,2009	-	53
2	7,37	1,0100	-	53,2
3	7,50	1,1598	2,5	49,10
4	7,56	0,9176	0,6	50,0
5	7,64	0,9677	2,4	50,2
6	7,70	0,9568	0,7	49,50

PE : Prise d'essai en ml ; **CB** : Chute de burette en ml ; **T°** : Température en °C.

Annexe 21. Matériels pour l'identification des acides aminés



Verrerie pour l'analyse des acides aminés



Plaque dans le cuve contenant solvant

Annexe 22. Fiche pour l'analyse sensorielle

Anarana :

Fanampiny :

Vavy na lahy :

Taona :

ANDRANA	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CODE :								
TSIRONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOFONY	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENDRIKA	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1= Faran'izay ratsy,
2=Tena ratsy,
3 = Ratsy

4 = Ratsiratsy,
5 = Antonony,
6 = Tsaratsara

7 = Tsara,
8 = Tena tsara,
9 = Faran'izay tsara

Annexe 23. Présentation des photos durant l'analyse sensorielle



Petite formation avant l'analyse sensorielle



Présentation des échantillons aux dégustes



Dégustateurs avec le Doctorant



Dégustateurs, Doctorat et Pr Tit RAZAFIMAHEFA

RÉSUMÉS

STUDIES OF THE FOOD QUALITY OF CRAB SHELLS AND SHRIMP HEADS COLLECTED IN MAHAJANGA AND THAT OF THE PROTEIN HYDROLYSATES OF THESE BY-PRODUCTS

TSIALY Jean Louis
Contact : juniortzialy@yahoo.fr
Tel: +261324667510 /0384566804

ABSTRACT

Crab shells and shrimp heads constitute waste from Madagascar fish products. The main objective of this research work is to contribute to the valorization of fishery by-products, *Sylla serrata* crab shells and *Penaeus indicus* shrimp heads. Its specific objectives are to determine the categories of by-products and their qualities, to evaluate the nutritional and microbiological qualities of these by-products, to optimize the autolysis of shrimp heads, to evaluate the nutritional and microbiological qualities of the autolysates obtained, to identify the constituent amino acids autolysates of the shrimp heads, to determine the toxicological characteristics of the autolysate and finally, to evaluate the sensory quality of two foods added to the autolysate. To do this, surveys, sample collections as well as laboratory analyzes were used. Crab shells contain 48.46% water, 9.35% proteins, 1.19% lipids, 9.04% carbohydrates, 31.96% crude ash, iron 0.53% and phosphorus 0.51%. They provide 84.27 kcal/100 g. The shrimp heads contain 70.03% water, 18.18% proteins, 1.59% lipids, 2.80% carbohydrates and 7.40% raw ashes. They do not contain *Clostridium*, *Salmonella*, *Escherichia coli* and *Vibrio*, but the total flora is small. Autolysates include essential amino acids. The temperature of 60 °C, the duration of 3 h and the quantity of water 2.5 times the mass of the sample prove to be the optimal conditions for autolysis. They made it possible to obtain an autolysate with 80% protein. The autolysate is a food additive that is non-toxic to the human body. Extracts added to pounded cassava leaves and catelles are generally less appreciated in terms of taste and smell and bad for some samples. These by-products, crab shells and shrimp heads, are therefore sources of protein and mineral elements. Thus, they can be valued by using them to make other food products to enhance their nutritional qualities.

Keywords: *Studies, Autolysis, Crab shells, Shrimp heads, hydrolyzate, Mahajanga.*

Number of pages : 103	Number of photos : 16	Number of annexes : 19
Number of figures : 17	Number of tables : 26	Number of references : 136

Thesis director: Mister RAZAFIMAHEFA, Full Professor

ÉTUDES DE LA QUALITÉ ALIMENTAIRE DES CARAPACES DE CRABES ET DES TÊTES DE CREVETTES COLLECTÉES À MAHAJANGA ET CELLE DES HYDROLYSATS PROTÉIQUES DE CES SOUS-PRODUITS

TSIALY Jean Louis

Contact : juniortsialy@yahoo.fr ; Tél : +261324667510 /0384566804

RÉSUMÉ

Les carapaces de crabes et les têtes de crevettes constituent des déchets des produits halieutiques à Madagascar. Ce travail de recherche a pour objectif principal de contribuer à la valorisation des sous-produits halieutiques, carapaces de crabes *Sylla serrata* et têtes de crevettes *Penaeus indicus*. Il a pour objectifs spécifiques de déterminer les catégories des sous-produits et leurs qualités, d'évaluer les qualités nutritionnelles et microbiologiques de ces sous-produits, d'optimiser les paramètres de l'autolyse des têtes de crevettes, d'évaluer les qualités nutritionnelles et microbiologiques des autolysats obtenus, d'identifier les acides aminés constitutifs des autolysats des têtes de crevettes, de déterminer les caractéristiques toxicologiques d'autolysat et enfin, d'évaluer la qualité sensorielle de deux aliments ajoutés d'autolysat. Pour ce faire, des enquêtes, des collectes des échantillons ainsi que des analyses aux laboratoires ont été utilisées. Les carapaces de crabes contiennent 48,46 % d'eau, 9,35 % de protéines, 1,19 % de lipides, 9,04 % de glucides 31,96 % de cendres brutes, de fer 0,53 % et phosphore 0,51 %. Elles fournissent 84,27 kcal/100 g. Les têtes des crevettes présentent 70,03 % d'eau, 18,18 % de protéines, 1,59 % de lipides, 2,80 % de glucides et 7,40 % de cendres brutes. Elles ne contiennent pas de *Clostridium*, *Salmonella*, *Escherichia coli* et *Vibrio*, mais les flores totales sont de petite quantité. Les autolysats renferment des acides aminés essentiels. La température de 60 °C, la durée de 3 h et la quantité d'eau 2,5 fois de la masse de l'échantillon s'avèrent être les conditions optimales pour l'autolyse. Elles ont permis d'obtenir un autolysat avec 80 % de protéines. L'autolysat est un aliment additif non toxique pour l'organisme humain. Les extraits ajoutés aux feuilles pilées de manioc et aux catelles sont généralement moins appréciés en termes de goût et l'odeur et mauvaise pour quelques échantillons. Ces sous-produits, carapaces de crabes et têtes de crevettes, sont donc des sources de protéines et d'éléments minéraux. Ainsi, ils peuvent être valorisés en les utilisant pour fabriquer d'autres produits alimentaires pour rehausser ses qualités nutritionnelles.

Mots clés : *Carapaces de crabes, têtes de crevettes, autolysat, Mahajanga.*

Nombre de pages : 103

Nombre de photos : 16

Nombre d'annexes : 19

Nombre de figures : 17

Nombre de tableaux : 26

Nombre de références : 136

Directeur de thèse : Monsieur RAZAFIMAHEFA, Professeur Titulaire