

Qualités microbiologiques et sensorielles des saucisses fumées formulées à partir des chairs de *Katsuwonus pelamis* et de *Scomberomorus commerson*

Microbiological and sensory qualities of smoked sausages formulated from the flesh of *Katsuwonus pelamis* and *Scomberomorus commerson*

Edino Joma¹, Nirina Hajarivo Ranaivojaona¹, Jacky Michel Andrianasolonantenaina^{1,2}, Mananjara Pamphile^{1,2}

¹ Ecole Doctorale Génie du Vivant et Modélisation Université de Mahajanga-Madagascar

² Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement, Université de Mahajanga-Madagascar
edinojoma@gmail.com, r_hjrv@yahoo.fr, a.jackymichel@gmail.com, pamphile15@yahoo.fr

RÉSUMÉ. A Madagascar, les viandes de bœuf, de porc et de volaille sont les plus utilisées pour la fabrication des produits de charcuterie. Ces derniers à base de poissons sont pratiquement inconnus et pourtant, Madagascar est riche en thonidés surtout sur la partie Nord et Nord-Ouest. L'objectif principal de cette étude est de valoriser les chairs de *Katsuwonus pelamis* et de *Scomberomorus commerson* en produit de charcuterie. Les objectifs spécifiques sont de fabriquer trois (03) formulations des saucisses fumées respectivement à partir de 100 % de la chair de *Katsuwonus pelamis* (**F1**), de 100 % de la chair de *Scomberomorus commerson* (**F2**) et du mélange de 50 % de la chair de *Katsuwonus pelamis* et de 50 % de la chair de *Scomberomorus commerson* (**F3**). Ensuite, les qualités microbiologiques et sensorielles des saucisses fumées ainsi obtenues ont été évaluées. Les méthodologies de fabrication de charcuterie, des analyses microbiologiques et sensorielles appropriées ont été utilisées durant cette étude. Les résultats des analyses microbiologiques des trois (03) formulations des saucisses fumées ainsi obtenus ont montré que les charges microbiennes des flores aérobies mésophiles totales, de *Staphylococcus aureus*, des Coliformes fécaux, de *Escherichia coli*, des germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs et des salmonelles sont inférieures aux normes exigées. Les résultats des analyses sensorielles ont montré que la formulation **F2** a été la plus appréciée par les dégustateurs par rapport aux formulations **F1** et **F3**. D'autres paramètres telles que les analyses physico-chimiques et nutritionnelles sont indispensables pour la suite de cette étude.

ABSTRACT. In Madagascar, beef, pork and poultry are the most used meats for the manufacture of delicatessen products. The latter, made from fish, are practically unknown, yet Madagascar is rich in tuna, especially in the North and North-West. The main objective of this study is to enhance the value of *Katsuwonus pelamis* and *Scomberomorus commerson* flesh as a delicatessen product. The specific objectives are to manufacture three (03) formulations of smoked sausages respectively from 100% of the flesh of *Katsuwonus pelamis* (**F1**), 100% of the flesh of *Scomberomorus commerson* (**F2**) and the mixture of 50% of the flesh of *Katsuwonus pelamis* and 50% of the flesh of *Scomberomorus commerson* (**F3**). Then, the microbiological and sensory qualities of the smoked sausages thus obtained have been evaluated. Appropriate charcuterie manufacturing methodologies, microbiological and sensory analyses were used during this study. The results of the microbiological analyses of the three (03) smoked sausage formulations thus obtained showed that the microbial loads of total mesophilic aerobic flora, *Staphylococcus aureus*, fecal coliforms, *Escherichia coli*, anaerobic sulfite-reducing germs and salmonella were below the required standards. The results of the sensory analyses showed that formulation **F2** was the most appreciated by the tasters compared to the formulations **F1** and **F3**. Other parameters such as physico-chemical and nutritional analyses are essential for the continuation of this study.

MOTS-CLÉS. *Katsuwonus pelamis*, *Scomberomorus commerson*, Saucisses fumées, Qualités.

KEYWORDS. *Katsuwonus pelamis*, *Scomberomorus commerson*, Smoked sausages, Qualities.

1. Introduction

Depuis des milliers d'années, la consommation des produits de la mer, et plus particulièrement le poisson, se retrouve au centre de l'actualité par rapport aux éléments ou composants bénéfiques à la santé, tels que les acides gras essentiels et principalement les acides gras polyinsaturés à longue chaîne de la famille des oméga-3, les protéines, les vitamines A, D et E et les éléments minéraux [3]. Cependant, les poissons font partie des denrées alimentaires les plus fragiles et les plus périssables après la capture [2]. La transformation du poisson par des techniques modernes permet ralentir les processus naturels de dégradation. La transformation des poissons frais en produit de charcuterie constitue un des procédés d'augmenter sa durée de conservation [5]. En plus, face au contexte actuel du développement, les consommateurs cherchent des aliments sains, nutritifs et prêt à consommer. En raison de la demande et de la consommation croissante d'aliments prêts à consommer, et du fait qu'ils ne sont pas transformés ultérieurement, les risques microbiologiques pour les consommateurs liés à ces produits ont également augmenté. Les produits alimentaires prêts à consommer ont été impliqués dans de nombreuses éclosions de maladies d'origine alimentaire, notamment en raison de la contamination croisée de ces produits lors de la transformation des aliments ou de la manipulation dans les ménages des consommateurs [7]. Le thon constitue un élément important de la sécurité alimentaire par sa richesse en protéines de bonne valeur biologique, sa teneur en acides gras polyinsaturés [18], Ainsi, la présente étude est axée sur qualités microbiologiques et sensorielles des saucisses fumées à partir des chairs de *Katsuwonus pelamis* et de *Scomberomorus commerson*. L'objectif principal de cette étude est de valoriser les chairs de *Katsuwonus pelamis*, de *Scomberomorus commerson* en produit de charcuterie. Les objectifs spécifiques sont de fabriquer de trois (03) formulations des saucisses fumées respectivement à partir des chairs de *Katsuwonus pelamis* et de *Scomberomorus commerson* et leur mélange et d'évaluer les qualités microbiologique et sensorielles des saucisses des fumées ainsi obtenues.

2.1. Matériels

2.1.1. Matériels biologiques

Durant cette aétude, *Katsuwonus pelamis* et *Scomberomorus commerson* sont des principaux matériels biologiques utilisés qui ont été achetés au Bazar Tsaramandroso à Mahajanga (**Photo 1 et 2**). De plus, les boyaux naturels de l'intestin grêle de bœuf, les ingrédients comme le sel, le salpêtre et d'autres produits d'assaisonnement sont des matériels spécifiques pour la charcuterie ont été aussi utilisés.



Photo 1. *Katsuwonus pelamis*



Photo 2. *Scomberomorus commerson*

2.1.2. Matériels de fabrication

Quelques matériels ont été utilisés durant cette étude pour la fabrication des saucisses fumées à partir des chairs de *Katsuwonus pelamis* et *Scomberomorus commerson* tels que la balance, le cutter, le poussoir manuel, le fumoir.

2.2. Méthodes

2.2.1. Echantillonnage

Le prélèvement des échantillons a été effectué au bazar Tsaramandroso à Mahajanga. Les échantillons prélevés ont de poids net de 5 kg pour chaque thon. Ensuite, ils ont été tranchés et mis dans une glacière munie de plaque eutectique puis transportés rapidement sur le lieu de fabrication. Chaque échantillon doit être correctement étiqueté. L'étiquette doit mentionner clairement la date, l'heure et le lieu du prélèvement.

2.2.2. Fabrication des saucisses fumées

Durant cette étude, trois (03) formulations des saucisses fumées à partir des chairs des thons rouge, blanc et leur mélange qui sont respectivement à partir de 100 % de la chair de *Katsuwonus pelamis* (F1), de 100 % de la chair de *Scomberomorus commerson* (F2) et du mélange de 50 % de la chair de *Katsuwonus pelamis* et de 50 % de la chair de *Scomberomorus commerson* (F3). Elles ont été fabriquées à partir d'un diagramme de fabrication (**Figure 1**). Les essais effectués ont permis de proposer le diagramme de fabrication de ces (03) formulations des saucisses fumées obtenues. Les grandes étapes de fabrication des saucisses fumées constituent le parage, le lavage, le cutterage, la salaison, l'assaisonnement, l'embossage suivi du ficelage, le fumage à une température de 50 ° à 60 °C suivi de refroidissement.

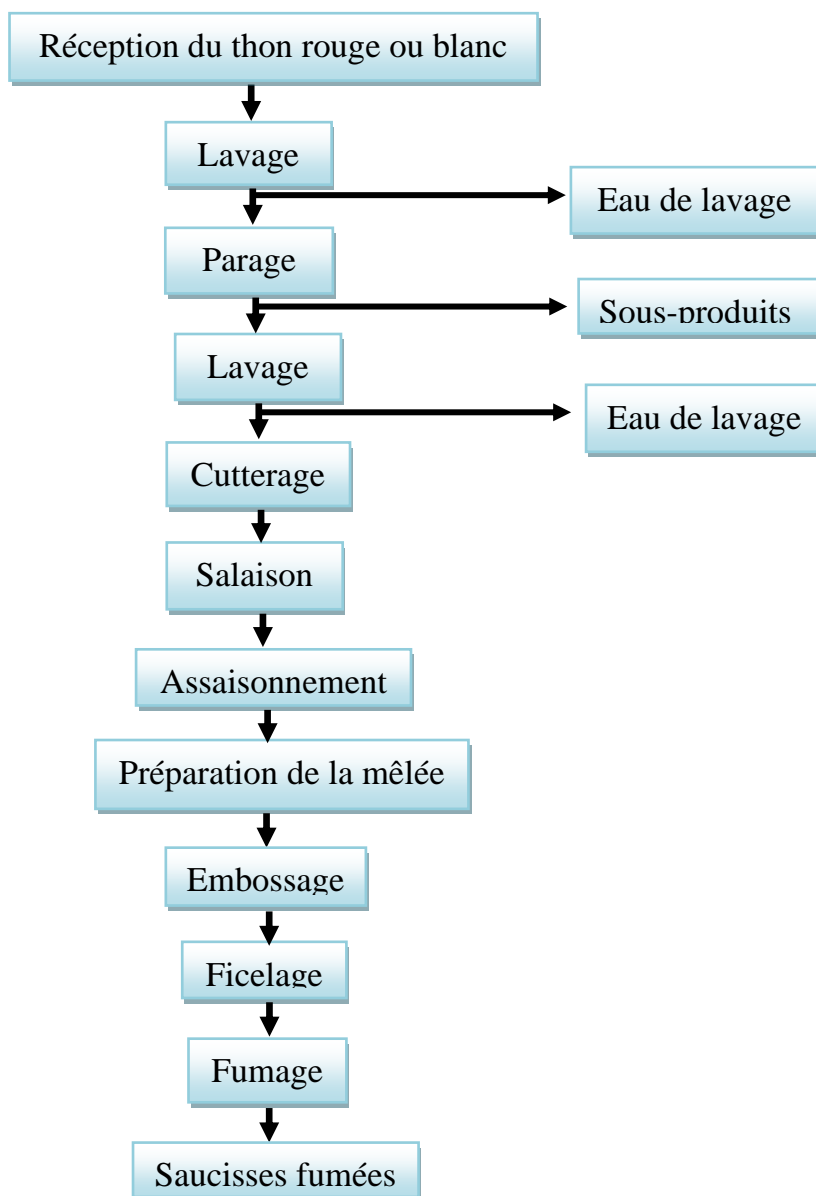


Figure 2. Diagramme de fabrication des trois (03) formulations des saucisses fumées

2.2.2.1. Parage

Les thons ont été étêtés, tranchés, désossés. La peau a été enlevé à l'aide d'un couteau. Ensuite, la chair a été lavée avec de l'eau propre.

2.2.2.2. Lavage

Le lavage a été effectué avant et après le parage des thons. Cette étape a pour but d'enlever des souillures externes, des restes de viscères et du sang dans les matières premières. L'eau de lavage a été renouvelée.

2.2.2.3. Cutterage

Les chairs découpées ont été cutterée à l'aide d'un cutter afin d'obtenir la chair plus fine. Le cutter hache les produits par des lames rotatives à la vitesse variable. Le cutterage se fait à sec pendant 2 à 3 tours en première vitesse puis ensuite passer en vitesse plus rapide de 1.500 tours/mn.

2.2.2.4. Salaison

Le sel moulu a été reparti dans la chair ainsi cutterée et bien mélanger afin d'obtenir une bonne répartition du sel. Ensuite, la chair ainsi salée a été conservée au froid pendant 24 heures à la température entre 0 à 5°C.

2.2.2.5. Assaisonnement et préparation de la mée

Cette étape s'effectue à introduire tous les ingrédients et les épices dans la chair cutterée après la salaison et bien mélangés. Ensuite, la mée obtenue a été conservée au froid pendant 24 heures à la température entre 0 à 5°C.

2.2.2.6. Embossage et ficelage

L'embossage s'effectue à introduire la mée dans un boyau naturel de l'intestin grêle de bœuf à l'aide d'un poussoir manuel. Ensuite, les boyaux ont été ficelés à ses extrémités pour assurer la fermeture. Après, les saucisses obtenues ont été conservées au froid et subissent la restructuration de la mée embossée pendant 24 heures à la température entre 0 à 5°C.

2.2.2.7. Fumage

Les saucisses ont été exposées à la fumée provenant de la combustion lente du bois. La température du fumage est comprise entre 50 °C à 60 °C pendant environ 4 heures. La **photo 3** illustre le fumage des saucisses dans le fumoir.



Photo 3. Fumage des Saucisses

2.2.2.8. Refroidissement

Les saucisses ainsi fumées sont refroidies à la température ambiante pendant 24 heures durant lesquelles elles subissent un séchage.

2.2.3. Analyses microbiologiques

Durant cette étude, trois (03) formulations des saucisses fumées fabriquées à partir des chairs des thons rouge, blanc et leur mélange ont été analysées. Différents milieux de culture ont été préparés. Pour la préparation de la solution mère, Vingt (20) grammes de l'échantillon ont été prélevés et introduits dans un flacon contenant 180 ml d'EPT (l'Eau Peptonée Tamponnée) puis mélangés. Les dilutions décimales ont été réalisés à partir de la solution mère.

2.2.3.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

L'ensemencement se fait en profondeur. Un millilitre de la solution obtenue à partir des dilutions décimales a été prélevé et introduit dans une boîte de Pétri stérile. Ensuite, environ 15 ml de PCA maintenue à 45°C ont été coulés puis incubés à 30°C pendant 72h. La lecture se fait en comptant au moins 300 colonies présentes dans les boîtes de Petrie au moins 300 colonies. Les fores aérobies mésophiles totales ont été dénombrées selon la norme internationale de [13].

2.2.3.2. Dénombrement des coliformes fécaux

Un millilitre des dilutions décimales a été transféré dans des boîtes de Pétri stériles puis environ 15 ml de VRBL maintenus à 44 °C ont été coulés dans chaque boîte pour effectuer un ensemencement en profondeur. Ensuite, les boîtes ont été incubées à l'étuve à 44°C pendant 24 h. La lecture consiste à dénombrer des colonies violacées dans chaque boîte de Pétri selon la norme [15].

2.2.3.3. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Environ 15 ml de milieu Baird-Parker (BP) ont été coulés dans deux boîtes de Pétri stériles. 0,5 ml de solution mère et la dilution 10^{-1} à partir de la dilution décimale ont été ensemencés en surface. L'incubation des milieux ensemencés a été faite à 37 °C pendant 48 h. Les colonies caractéristiques ont été comptées après la période d'incubation et ont été dénombré suivant la norme internationale de [10].

2.2.3.4. Dénombrement de *Escherichia coli*

Une solution mère de 0,5 ml a été ensemencée dans une boîte de Pétri stérile en profondeur. Puis, une autre boîte de Pétri stérile a été ensemencée avec 1ml de dilution décimale. Ensuite, environ 15 ml du milieu TBX refroidi entre 44 et 47°C ont été coulés dans chaque boîte. Après, les boîtes ont été incubées à l'étuve à 44° C pendant 24h. Les colonies caractéristiques bleues ont été comptées après 24 h d'incubation suivant la norme internationale de [12].

2.2.3.5. Dénombrement des Anaérobies Sulfite-Réducteurs

Un millilitre de la solution mère et de la dilution décimale a été ensemencés en profondeur dans des boîtes de Pétri stériles. Ensuite, environ 15 ml de la gélose Tryptose-Sulfite à la Cyclosérine (TSC) ont été coulés dans chaque boîte de Pétri. Les boîtes ensemencées ont été introduites dans la jarre d'anaérobiose puis incubées dans l'étuve réglée à 37°C pendant 48h. La lecture consiste à dénombrer les colonies caractéristiques de couleur noire selon la norme internationale [11].

2.2.3.5. Recherche des Salmonelles

Le pré-enrichissement consiste à introduire 1 ml de la solution mère dans un tube contenant 9 ml d'EPT et incubée à 37°C pendant 24h. Ensuite, 0,1ml de solution mère pré-enrichie a été introduit dans 10 ml du bouillon rappaport qui est un milieu de culture utilisé pour l'enrichissement sélectif des Salmonella puis incubé à 42°C pendant 24h. L'échantillon enrichi a été ensemencé en stries à la surface sur le milieu sélectif gélose de Hecktoen et incubée à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures. Après

24h d'incubation de cet isolement, la présence des colonies typiques des Salmonella a été observée dans la boîte de Pétri ainsi que les colonies atypiques susceptibles d'être des salmonelles suivant la norme internationale de [14].

2.2.4. Composition des trois formulations des saucisses fumées

Trois (03) formulations des saucisses fumées à partir des chairs des thons rouge, blanc et leur mélange ont été fabriquées. Les trois formulations des saucisses fumées (F1, F2, F3) ont été fabriquées par les mêmes recettes (ingrédients et épices).

2.2.5. Analyses sensorielles

2.2.5.1. Evaluation sensorielle des saucisses fumées obtenues

Trois (03) formulations des saucisses fumées ont été effectués pour l'analyse sensorielle. L'analyse sensorielle est un ensemble de techniques permettant d'évaluer les caractéristiques sensorielles d'un produit en utilisant les organes de sens telles que l'odorat, le goût, la vue et le toucher. Elle a pour but de fournir des informations sur les réactions des consommateurs face aux caractéristiques sensorielles du produit. L'analyse sensorielle est souvent utilisée pour créer, améliorer, vendre des produits alimentaires sur le marché. Durant l'analyse sensorielle, le test hédonique a été effectué pour savoir l'appréciation générale et l'acceptabilité du produit par les dégustateurs.

2.2.5.2. Réalisation de l'analyse sensorielle

Durant la réalisation l'analyse sensorielle, Dix-neuf (19) dégustateurs formés ont jugé les trois (03) formulations des saucisses fumées obtenues. Elles ont été codées avant de les distribuées aux dégustateurs. Vingt-cinq (25 g) de produits ont été distribués aux dégustateurs. Le premier test hédonique, appelé test d'acceptabilité, a été réalisé afin d'évaluer l'appréciation générale des consommateurs en se basant sur le caractère agréable ou désagréable des produits. Les dégustateurs qualifient les produits selon leur niveau de satisfaction pendant et après la dégustation. La qualification va d'une sensation extrêmement désagréable à une sensation extrêmement agréable. Le deuxième test hédonique, appelé test de classement, a été réalisé afin d'ordonner les produits selon le degré d'appréciation des dégustateurs. Ce test consiste à classer les produits par ordre de préférence allant du plus agréable au moins agréable.

2.2.6. Analyses des données et statistiques

Les données d'analyses sensorielles ont été traitées à l'aide des logiciels de Microsoft Office 2016 en particulier Microsoft Excel. Les analyses statistiques des analyses sensorielles des trois formulations des saucisses fumées obtenues ont été faites avec le logiciel R (Version 4.3.0) R Core (2023). Pour le premier test hédonique (test d'acceptabilité), l'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée pour explorer les relations entre les formulations et les jugements sensoriels exprimés par les dégustateurs. Le deuxième test hédonique (test de classement) effectué par des dégustateurs des saucisses fumées fabriquées ont été traitées à l'aide du test de Friedman, adapté à un plan en blocs complets appariés (chaque dégustateur évaluant l'ensemble des formulations). En cas de résultat significatif ($p \leq 0,05$), un test post-hoc de Nemenyi a été utilisé pour effectuer des comparaisons multiples par paires, permettant d'identifier les trois (03) formulations des saucisses fumées fabriquées qui diffèrent significativement entre eux.

3. Resultats

3.1. Qualités organoleptiques des saucisses fumées

Après découpage, les structures des saucisses fumées sont moins fermes. Les trois (03) formulations des saucisses fumées obtenues possèdent un aspect semi-dur. Elles ont l'odeur caractéristique des saucisses fumées. Les **photos 4,5 et 6** illustrent la structure des saucisses fumées après découpage.

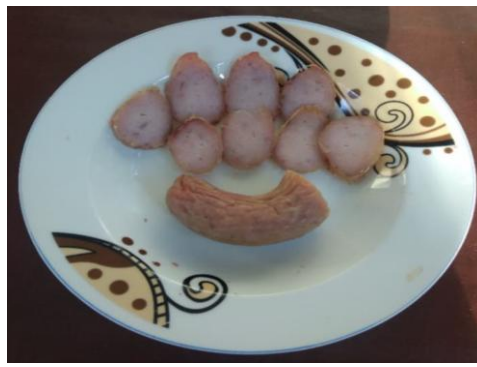


Photo 4. Saucisses fumées de F1

Photo 5. Saucisses fumées de F2

Photo 6. Saucisses fumées de F3

Avec :

F1 : Saucisses fumées à partir de 100 % de la chair du thon rouge

F2 : Saucisses fumées à partir de 100 % de la chair du thon blanc

F3 : Saucisses fumées à partir du mélange de 50 % de la chair du thon rouge et de 50 % de la chair du thon blanc

3.2. Qualités microbiologiques des Saucisses fumées formulées

3.2.1. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de 100 % de la chair du thon rouge

Le **tableau 1** illustre les qualités microbiologiques des saucisses fumées fabriquées à partir de 100 % de la chair du thon rouge après cinq (05) jours de fumage. D'après ce tableau, la charge bactérienne de la flore mésophile aérobie totale est de 10^3 Ufc/g. Le degré de contamination de *Staphylococcus aureus* est de 5 Ufc/g. Les niveaux de contamination des coliformes fécaux, *Escherichia coli* et Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans les saucisses fumées de F1 sont tous inférieures à 1Ufc/g. Les salmonelles ne sont pas détectées dans 25 g du produit finis. Les charges bactériennes des bactéries recherchées de la formulation F1 sont tous inférieures aux normes exigées.

Germes	F1	Normes
	Colonies (Ufc/g)	(Ufc/g)
Flore aérobie mésophile totale	10^3	10^5 (ISO 4833-1, 2022)
Coliformes fécaux	<1	10^4 (NFV 08-060,2009)
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	5.10^2 (ISO 6888-1,2022)
<i>Escherichia coli</i>	<1	5.10^2 (ISO 15213, 2023)
Anaérobies Sulfito-Réducteurs	<1	-
Salmonelles	Non détecté	Non détecté/25 g (ISO 6579, 2017)

Tableau 1. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de formulation F1

3.2.2. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de 100 de la chair du thon blanc

Le **tableau 2** illustre les qualités microbiologiques des saucisses fumées obtenues à partir de 100 % de la chair du thon blanc (F2) après cinq (05) jours de fumage. Le niveau de contamination de la flore mésophile aérobie totale est de 12.10^3 Ufc/g. La charge microbienne des coliformes fécaux est de

inférieures à 10 Ufc/g. Les degrés de contamination *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans les produits finis sont tous inférieures à 1Ufc/g. Les salmonelles ne sont pas trouvées dans 25 g des produits analysés. Les niveaux de contamination des bactéries recherchées de la formulation F2 sont tous inférieures aux normes exigées.

Germes	F2	Normes
	Colonies (Ufc/g)	(Ufc/g)
Flore aérobie mésophile totale	12.10 ³	10 ⁵ (ISO 4833-1, 2022)
Coliformes fécaux	<10	10 ⁴ (NFV 08-060,2009)
<i>Staphylococcus aureus</i>	<1	5.10 ² (ISO 6888-1,2022)
<i>Escherichia coli</i>	<1	5.10 ² (ISO 15213, 2023)
Anaérobies Sulfito-Réducteurs	<1	-
Salmonelles	Non détecté	Non détecté/25 g (ISO 6579, 2017)

Tableau 2. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de formulation F2

3.2.3. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de 50 % des chairs du thon rouge et de 50 % thon blanc

Les résultats des analyses microbiologiques des saucisses fumées obtenues à partir de 50 % de la chair du thon rouge et de 50 % de la chair du thon blanc après cinq (05) jours de fumage (**tableau 3**). Les degrés de contamination des bactéries recherchées dans les saucisses fumées de la formulation F3 sont respectivement 11.103 Ufc/g pour la flore mésophile aérobie totale, de inférieurs à 10 Ufc/g pour les coliformes fécaux, de 8 Ufc/g pour *Staphylococcus aureus*, de inférieurs à 1 Ufc/g pour *Escherichia coli* et Anaérobies Sulfito-Réducteurs et les salmonelles ne sont pas identifiés.

Germes	F3	Normes
	Colonies (Ufc/g)	(Ufc/g)
Flore aérobie mésophile totale	11.10 ³	10 ⁵ (ISO 4833-1, 2022)
Coliformes fécaux	<10	10 ⁴ (NFV 08-060,2009)
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	5.10 ² (ISO 6888-1,2022)
<i>Escherichia coli</i>	<1	5.10 ² (ISO 15213, 2023)
Anaérobies Sulfito-Réducteurs	<1	-
Salmonelles	Non détecté	Non détecté/25 g (ISO 6579, 2017)

Tableau 3. Qualités microbiologiques des saucisses fumées de formulation F3

3.3. Caractéristiques sensorielles de trois formulations des saucisses fumées obtenues

3.3.1. Test hédonique

Le premier test hédonique (test d'acceptabilité) des trois (03) formulations des saucisses fumées fabriquées qui sont respectivement de 100 % à partir de la chair du thon rouge (F1), de 100 % à partir de la chair du thon blanc (F2) et de 50 % de la chair du thon rouge et de 50 % de la chair du thon blanc (F3) sont montrés sur la figure 2. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) ont montré que les deux axes principaux expliquent 100 % de la variance totale. Le premier axe (87,61 %) distingue principalement la perception très désagréable (60,53 %) du côté positif et la perception agréable (11,31 %) et assez désagréable (12,36 %) du côté négatif, reflétant la variation globale de la perception hédonique entre agréable et désagréable. Le second axe (12,39 %) met en évidence des distinctions plus fines entre les modalités intermédiaires : assez désagréable (44,15 %) et désagréable (31,14 %) se situent du côté positif, tandis qu'assez agréable (13,44 %) se positionne du côté négatif. Concernant les facteurs, la formulation F1 contribue principalement au premier axe (67,22 %), indiquant qu'il est le facteur le plus discriminant pour différencier les perceptions extrêmes, tandis que la formulation F2 et F3 contribuent surtout au second axe (49,96 % et 50,01 %), permettant de distinguer les réponses intermédiaires. Enfin, l'AFC montre que les perceptions très désagréables sont fortement associées à la formulation F1. Le panel désagréable indique un niveau de préférence faible pour les qualités organoleptiques des saucisses fumées ainsi formulées toutefois consommables. Tandis que les perceptions intermédiaires sont davantage expliquées par la formulation F2 et F3, reflétant la structure globale des préférences hédoniques des répondants. La figure 1 illustre le test hédonique des trois formulations des saucisses fumées élaborées.

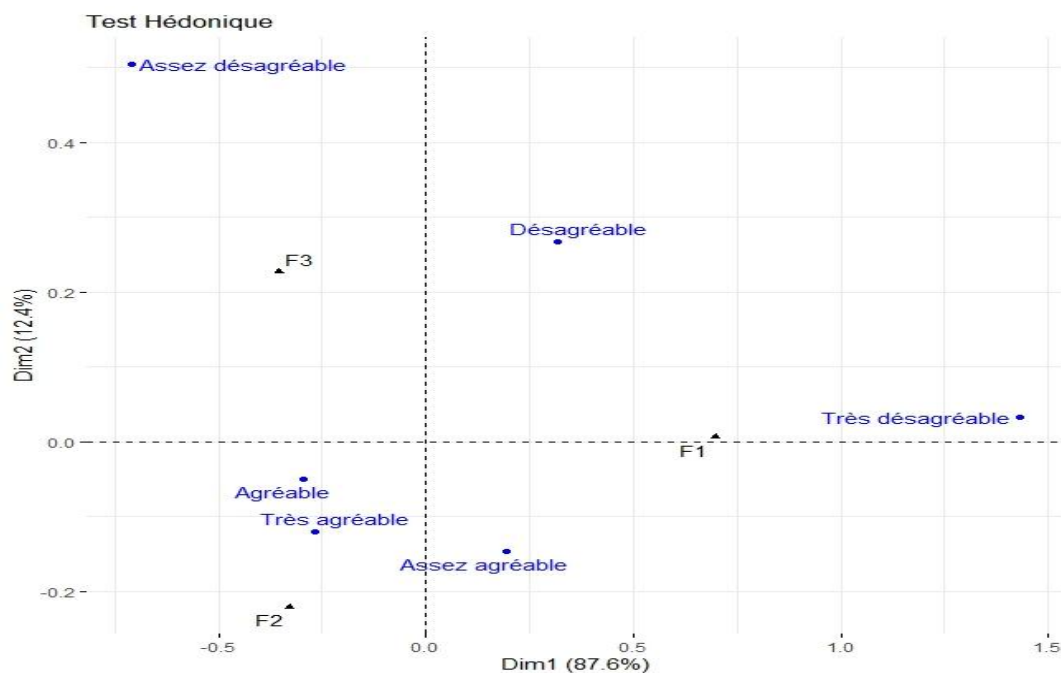


Figure 2. Test hédonique des trois formulations des saucisses fumées

3.3.2. Test de classement

Le tableau 4 illustre le deuxième test hédonique (test de classement) des trois (03) formulations des saucisses fumées élaborées. D'après ce tableau, la formulation F2 présente la moyenne la plus élevée (9,00), tandis que F1 affiche la plus faible (3,67). Le test de Friedman indique une différence significative entre les trois échantillons ($\chi^2 = 6$, $p = 0,04979$). Le test post-hoc montre que F2 diffère significativement de F1, alors que F3 occupe une position intermédiaire, ne se distinguant pas significativement des deux autres. Les lettres ("a", "b", "ab") traduisent ces relations : F1 et F2 appartiennent à des groupes distincts, tandis que F3 chevauche les deux.

Descripteur	Nombre des dégustateurs	Formulations	Moyenne	Rang
Goût	19	F2	9,00	1 ^a
		F3	6,33	2 ^a
		F1	3,67	3 ^b

Les valeurs ayant des lettres différentes en exposant sont significativement différentes ($p < 0,05$)

Tableau 4. Test de classement des trois formulations des saucisses fumées

4. Discussion

D'une manière générale, la production des trois (03) formulations des saucisses fumées à partir de la chair de *Katsuwonus pelamis* et *Scomberomorus commerson* a permis de proposer le diagramme de fabrication. La technologie proposée durant cette étude a permis de diversifier les produits de charcuterie outre les produits à base de viande et de volailles. Les structures des saucisses fumées ainsi fabriquées ne sont pas fermes (photos 4, 5 et 6). Elles peuvent être dues par l'insuffisance de la pression effectuée pour la farcie dans les boyaux durant l'embossage qui était manuel. Les trois (03) formulations des saucisses fumées ainsi obtenues ont une odeur caractéristique des produits fumés dû à la sciure des bois utilisée durant le fumage. Les produits finis issu de la formulation F2 (photo 5) ont gardé la couleur de la matière première utilisée qui est le thon blanc. La formulation F3 (photo 6) composée de 50 % thon blanc et de 50 % thon rouge a gardé une couleur intermédiaire (blanc-rose). Enfin, la formulation F1 (photo 4) des saucisses fumées obtenues ressemble à des saucisses issues de la viande bovine. Cette couleur rose est due à l'interaction de la myoglobine présente dans le thon rouge avec du salpêtre utilisé uniquement pour cette formulation. Durant cette interaction, la myoglobine s'oxyde progressivement en méthémoglobine de couleur brune suite au passage du fer de l'état ferreux à l'état ferrique [16].

D'après les résultats des analyses microbiologiques des trois (03) formulations, toutes les saucisses fumées fabriquées ont été contaminées par les flores aérobies mésophiles totales. Ces résultats peuvent être issus de l'exposition des produits finis à la température ambiante durant le refroidissement. Les coliformes fécaux, *Escherichia coli*, les germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs et les Salmonelles ne sont pas identifiés dans ces trois formulations des saucisses fumées élaborées. *Staphylococcus aureus* n'est pas détectés également dans les saucisses fumées de F2. Cela peut être due par le respect des règles de bonne pratique d'hygiène durant la préparation des produits. Le niveau de contamination de *Staphylococcus aureus* dans les saucisses fumées de F1 et F3 peuvent être issu par le non-respect l'hygiène de matières premières durant la mise en vente au bazar.

Les résultats des analyses microbiologiques des saucisses fumées, les charges microbiennes des flores aérobies mésophiles totales qui sont respectivement 10^4 Ufc/g pour la F1, $12 \cdot 10^3$ Ufc/g pour la F2 et $11 \cdot 10^3$ Ufc/g pour la F3. Ces résultats sont inférieurs à la limite fixée par le ministère de la santé du Luxembourg [16] qui est de $3 \cdot 10^5$ Ufc/g. Les charges bactériennes des saucisses fumées obtenues sont supérieures à celles des saucisses cuites de type Kilishi qui est $1,4 \cdot 10^2$ Ufc/g [19]. Les degrés de contamination des coliformes fécaux dans les saucisses fumées de la formulation F1 sont inférieurs à 1Ufc/g et les formulations de F2 et F3 sont toutes inférieures à 10 Ufc/g. Les résultats des saucisses fumées obtenues sont inférieurs à ceux de saucisses Merguez vendues sur le marché dakarois qui est $3 \cdot 10^2$ Ufc/g [17].

Le niveau de contamination de *Staphylococcus aureus* qui sont respectivement 5 Ufc/g pour la F1 8 Ufc/g pour la F3 et inférieurs à 1 Ufc/g pour la F2. Elles sont inférieures aux limites recommandées par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments [17] pour les produits de charcuterie cuites qui est de 10^2 UFC/g. Les degrés de contamination de *Escherichia coli* dans les saucisses fumées élaborées sont tous inférieurs à 1 Ufc/g. Ces résultats sont inférieurs à ceux trouvés par [8] qui sont $1,6 \cdot 10^2$ Ufc/g

pour les saucisses fumées de bœuf vendues dans la ville de Yaoundé. Les charges microbiennes des germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs sont inférieurs à 1 Ufc/g dans les trois (03) formulations des saucisses fumées fabriquées. Ces résultats sont inférieurs comparés à ceux des saucissons à l'ail de bœuf commercialisés sur le marché dakarois trouvé par [9] qui de 26,25 Ufc/g de saucisson. Les Salmonelles ne sont pas identifiées dans tous les formulations des saucisses fumées fabriquées qui respectivement les formulations F1, F2 et F3. Ces résultats sont identiques à ceux des saucisses Merguez qui sont des saucisses très épicés absence totale de salmonella [6].

D'après les résultats des analyses sensorielles des trois formulations des saucisses fumées fabriquées, le test d'acceptabilité a montré que les saucisses fumées de la formulation F2 a été la plus appréciée par rapport aux formulations F1 et F3. Le test de classement a été permis de classer le premier, le deuxième et la troisième de ces trois formulations des saucisses fumées fabriquées selon la préférence des dégustateurs. Le test de Friedman a été indiqué une différence significative entre les trois formulations des saucisses fumées. La formulation F2 qui est la première et la F3 qui est le deuxième et la F1 qui est la dernière. D'après l'enquête qu'on a effectuée auprès des vendeurs, le thon blanc a été plutôt apprécié par les consommateurs. Cette appréciation a été vérifiée sur les trois formulations des saucisses fumées fabriquées.

5. Conclusion

A Madagascar, la fabrication des produits de charcuterie à partir des poissons en particulier des thonidés est peu connue par rapport aux autres produits de charcuterie qui sont obtenus à base de viande. La présente étude est une contribution à la diversification des produits de charcuterie autres que les produits à base de viande ou des volailles. Les résultats technologiques des saucisses fumées fabriquées peuvent être due à l'application des règles de bonnes pratiques de fabrication des saucisses fumées. Les saucisses fumées fabriqués ont de bonnes qualités microbiologiques. Les résultats des analyses microbiologiques des trois formulations des saucisses fumées obtenues sont satisfaisants car les résultats obtenus sont tous inférieurs aux normes exigées. Ces résultats peuvent être due par l'efficacité du fumage, la température, l'application de bonne pratique d'hygiène durant la préparation des produits. Les résultats des analyses sensorielles ont montré les saucisses fumées obtenues à partir du thon blancs (F2) a été la plus appréciées par les dégustateurs. Une étude complémentaire sur les paramètres physico-chimiques et nutritionnelles seront indispensable pour la suite de cette étude.

6. Bibliographie

- [1] Agence française de sécurité sanitaire des aliments, « Les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés », Paris, Maisons-Alfort, » (2008) 40 p.
- [2] ALBUQUERQUE C.R., “*Escherichia coli* in seafood: A brief overview. *Advances in Bioscience and Biotechnology*,” (2013) 4: 450-454.
- [3] CHAHID A., « Quantification des éléments traces métalliques (cadmium, plomb et mercure total) de certains produits de la pêche débarqués dans la zone Essaouira-Dakhla : Evaluation des risques sanitaires ». Thèse de doctorat en chimie fondamentale et appliquée ». Université Ibn Zohr.Agadir, Maroc (2016) 191p.
- [5] FAO, “Aliment de rue” (2018) 39p.
- [6] HAMIROUNE M., KHELAF S., REGUIA N, HALIMA S B., ABDELHAMID F et ALI B., “Microbiological quality of Merguez in some retailing meat shops in the region of M’Sila (Algeria)”. *African Journal of Microbiology Research*. (2017)11(6) :211-217.
- [7] KOTZEKIDOU P., “Factors influencing microbial safety of ready –to-eat food. *Food hygiene and toxicology in ready – to- eat foods*, Elsevier,” (2016) pp. 33-50.
- [8] MBOLE M. J. M., NDJOKI P., ABA’A.M., BENGAC., TEBOUBE.G., NKO’O.N.D., NNANGA.N., “Contrôle Qualité des Viandes Transformées (Saucisse et Saucisson) Vendus Dans la Ville de Yaoundé », *Health Res. Afr: Vol 3; (3)*, March 2025, pp 17-23 Available free at <http://hsd-fmsb.org/index.php/hra>, (2025).
- [9] MINLA'AMI. O. J. C., « Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des saucissons à l'ail de bœuf commercialisées sur le marché dakarois ». Thèse. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar (1992) 91 p.

- [10] Norme internationale ISO 6888 -1., « Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) - Partie 1 : Méthode utilisant le milieu gélose de Baird-Parker » (2022).
- [11] Norme internationale ISO 15213., « Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement de *Clostridium spp.* - Partie 1 : Dénombrement des bactéries *Clostridium spp.* sulfite-réductrices par la technique de comptage des colonies » (2023) 12p.
- [12] Norme internationale ISO 16649-2., « microbiologie des aliments et précise une méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* bêta-glucuronidase positive, en utilisant la technique de comptage des colonies à 44 degrés C avec le 5-bromo-4-chloro-3-indolyl bêta-D-glucuronate » (2024) 8p.
- [13] Norme internationale ISO 4833-1., Microbiologie de la chaîne alimentaire – Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes - Partie 1 : Comptage des colonies à 30 °C par la technique d'ensemencement en profondeur Amendement 1 : Clarification du domaine d'application » (2013/Amd 1 :2022) 2p.
- [14] Norme internationale ISO 6579-1., « Microbiologie de la chaîne alimentaire - Méthode horizontale pour la recherche, le dénombrement et le sérotypage des *Salmonella* - Partie 1 : Recherche des *Salmonella spp.* » (2017) 15p.
- [15] Norme internationale NF V 08-060., « Microbiologie des aliments - Dénombrement des coliformes thermotolérants par comptage des colonies obtenues à 44 °C » (2012).
- [16] Durand P., « Technologie des produits de charcuterie et des salaisons ». - paris : Lavoisier ; technique et documentation. ; (1999) 450 p
- [17] PENDA S., Contribution à l'étude de la qualité microbiologique et commerciale des merguez vendues sur le marché dakarais. Thèse de Doctorat, université cheikh Antadiop de Dakar. Ecole inter-états des sciences et médecine vétérinaires, 99p, 1994.
- [18] ROBERT G., « Thon pour demain. Commission de l'Océan Indien financé par l'Union Européenne. France, » (2012) 90p.
- [19] STÉPHANIE. C.T., DONATIEN.K., ABEL.T., MELAINE. N. K., A.D., A.P., FATOUMATA.H., MAMOUDOU.H., H. S., « Mise au point d'une technologie de saucisse par incorporation d'épices et d'ingrédients utilisés pour la production du Kilishi », *revu des instituts de recherches et des centres techniques des filières viandes et produits carnés*. Référence d'article : VPC-2021-3733. www.viandeetproduitscarnés.com, 2021.