



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE FONDAMENTALE
ET APPLIQUEE



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES EN SCIENCES DE LA VIE
OPTION : BIOCHIMIE APPLIQUEE AUX SCIENCES DE L'ALIMENTATION
ET A LA NUTRITION

Qualité alimentaire du Kitoza fumé de Boeuf



Présenté par

ANDRIANARISON Irène Maria

Maitre ès-Sciences

Soutenu publiquement le 14 Décembre 2012

Devant les membres de Jury :

Président : Professeur RALISON Charlotte
Examineurs : Docteur RAMAROSON Roseline
Docteur RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra
Rapporteur : Professeur RAZANAMPARANY Julia Louisette



REMERCIEMENTS

Gloire à Dieu qui nous a fourni la force et le courage pour la réalisation de ce mémoire.

Le présent travail a été réalisé dans le cadre du projet AFTER, financé par l'Union européenne et coordonné par le CIRAD, dans les laboratoires de :

- LABASAN
- LAS Ambatobe pour les analyses sensorielles
- ASJA pour les analyses nutritionnelles
- Physiologie végétale du département de Biologie et écologie végétale pour la calcination
- MRST Saint Denis la Réunion pour les analyses physico-chimiques

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à :

- Madame le Professeur RALISON Charlotte, Chef du LABASAN, de bien vouloir nous accorder sa confiance et nous a accueilli dans ce laboratoire et aussi pour le grand honneur qu'elle nous fait d'avoir bien voulu se rendre disponible et accepter la présidence de ce mémoire ;
- Madame le Professeur RAZANAMPARANY Louissette, qui, malgré ses nombreuses responsabilités a bien voulu accepter avec gentillesse de nous encadrer et qui n'a ménagé ni son temps, ni ses conseils, ni sa patience durant notre stage afin de mener à terme ce travail;
- Madame le Docteur RAMAROSON Roseline et Madame RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra, qui, malgré leurs nombreuses occupations ont aimablement accepté d'apporter leurs compétences dans le jugement de ce travail.

Nous tenons également à remercier :

- Monsieur le Professeur JEANNODA Victor, responsable de la formation doctorale et responsable administratif du projet AFTER et Madame le Docteur RAKOTO Danielle Doll, chef de département de Biochimie fondamentale et appliquée et Responsable scientifique et technique du projet AFTER à l'Université d'Antananarivo, non seulement d'avoir autorisés la soutenance de ce mémoire mais aussi pour leurs aides et leurs judicieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire ;

- Madame le Docteur FLIEDEL Geneviève et Madame DECLEMY Anne Laure du CIRAD pour leur aide dans les analyses sensorielles
- Mademoiselle RATSIMBA Angela, doctorante du projet AFTER, pour son aide dans les analyses microbiologiques et physico-chimiques;
- Madame RAMAROSON Vonimihango, responsable du LAS Ambatobe, Monsieur le Docteur TSIRINIRINDRAVO Herisetra et Monsieur RANDRIANANTOANDRO Hezekia, responsables des laboratoires de l'ASJA, de nous avoir chaleureusement accueillis et aidés tout au long de notre travail ;
- Madame le Docteur ARNAUD Elodie, Chercheur à l'UMR Qualisud de la Réunion, qui nous a vivement accueillie et encadrée au sein de son laboratoire ;
- Madame DESBY Charlène, technicienne de laboratoire, pour son aide et encadrement dans les analyses physico-chimiques.

Nos plus vives reconnaissances s'adressent également à :

- Toute l'équipe des laboratoires de Biochimie fondamentale et Appliquée, du LAS Ambatobe, du laboratoire de physiologie végétale, de la MRST Saint Denis la Réunion, pour leur collaboration et l'ambiance fraternelle dans laquelle nous avons travaillé ;
- Tous les producteurs et revendeurs de *kitoza* pour leur franche collaboration ;
- Les restaurants et hôtels ainsi que les propriétés privés et publiques à Antananarivo et à Tamatave ;
- Tous ceux qui ont participé aux analyses sensorielles (Malgaches et Européens) ;
- Notre famille et nos amis pour leurs soutiens moral, physique et financier, leur patience et leur dévouement au cours de nos études.

Enfin, nous témoignons notre profonde gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tables des matières

LISTE DES ABRÉVIATIONS	i
GLOSSAIRE	iii
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX	vii

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
------------------------------------	----------

GÉNÉRALITÉ

I. Qualité alimentaire	3
I.1. Qualité organoleptique ou sensorielle	3
I.1.1. Epreuves analytiques	4
I.1.2. Epreuves hédoniques	4
I.2. Qualité hygiénique	4
I.2.1. Les différents contaminants dans les aliments	5
I.2.2. Les principaux microorganismes dans les denrées alimentaires	5
I.3. Qualité nutritionnelle	7
I.3.1. Les nutriments	7
I.3.1.1. Les protéines	8
I.3.1.2. Les lipides	8
I.3.1.3. Les glucides	8
I.3.2. Les éléments minéraux	9
I.4. Qualité marchande	10
II. Paramètres physico-chimiques influençant la qualité alimentaire	10
II.1. Teneur en eau ou humidité	10
II.2. L'eau, l'activité de l'eau (Aw)	10
II.3. pH et acides organiques	11

II.4. Teneur en sel	12
II.5. Hydrocarbures	12
III. Présentation du matériel d'étude	
III.1. Le zébu ou bœuf	12
III.1.1 Description	12
III.1.2. Historique	13
III.1.3. Systématique	13
III.1.4. Utilisation	13
III.2.La viande.....	14
III.3.Le fumage	14
III.4.Le kitoza	16
III.4.1.Historique	16
III.4.2.Description	16
III.4.3. Procédé de fabrication	17
III.4.4. Utilisation	19

MATÉRIELS ET MÉTHODES

I. ECHANTILLONAGE	20
II.ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	22
II.1. Echantillonnage	22
II.2. Principe	22
II.3. Mode opératoire.....	23
II.3.1. Préparation de la suspension mère	23
II.3.2. Préparation des dilutions	23
II.3.3. Dénombrement de FAMT	23
II.3.3.1. Principe	23
II.3.3.2. Mode opératoire	24
II.3.4.Recherche d'Escherichia coli	24
II.3.4.1. Principe	24
II.3.4.2. Mode opératoire	24
II.3.5. Recherche de <i>Salmonella</i>	24
II.3.5.1. Préparation de l'échantillon.....	24

II.3.5.2. Pré-enrichissement sur RVS	24
II.3.5.3. Culture sur HEKTOEN ENTERIC AGAR.....	25
II.3.5.3.1. Principe	25
II.3.5.3.2. Mode opératoire	25
II.6. Mode de calcul pour le cas d'un dénombrement	25
III. ANALYSES NUTRITIONNELLES ET PHYSICO-CHIMIQUES.....	26
III.1. Détermination de l'humidité et de la matière sèche.....	26
III.1.1. Principe	26
III.1.2. Mode opératoire	26
III.1.3. Mode de calcul	26
III.2. Détermination de la teneur en protéines	27
III.2.2. Principe	27
III.2.3. Mode opératoire	27
III.2.4. Mode de calcul	27
III.3. Détermination de la teneur en lipides.....	28
III.3.1. Principe	28
III.3.2. Mode opératoire	28
III.3.3. Mode de calcul	28
III.4. Détermination de la teneur en cendres brutes	29
III.4.1. Principe	29
III.4.2. Mode opératoire	29
III.4.3. Mode de calcul	29
III.5. Détermination de la valeur énergétique globale des échantillons.....	30
III.6. Détermination de la teneur en sel.....	30
III.6.1. Principe	30
III.6.2. Mode opératoire	30
III.6.3. Expression des résultats	30
III.7. Mesure de l'activité de l'eau	31

III.7.1. Principe	31
III.7.2. Mode opératoire	31
III.7.3. Expression des résultats	32
III.8. Mesure du pH et de l'acidité titrable.....	32
III.8.1. Principe	32
III.8.2. Mode opératoire	32
III.8.3. Expression des résultats	32
III.9. Mesure de la peroxydation lipidique par l'indice TBA	32
III.9.1. Principe	32
III.9.2. Mode opératoire	33
III.9.3. Expression des résultats	34
III.10. Détermination de la teneur en phénols totaux.....	34
III.10.1. Principe	34
III.10.2. Mode opératoire	35
III.10.3. Expression des résultats	35
III.11. Détermination de la teneur en acide D et L-lactique.....	35
III.11.1. Principe	36
III.11.2. Mode opératoire	36
III.11.3. Expression des résultats	36
IV.ANALYSES SENSORIELLES	38
IV.1. Tests de sélection des jury	38
IV.1.1. Principe	39
IV.1.2. Mode opératoire	39
IV.1.2.1. Test bourbon TIB	39
IV.1.2.2. Test d'utilisation d'échelle	39

IV.1.2.3. Test de description olfactive	40
IV.1.2.4. Test de description gustative.....	40
IV.1.2.5. Test de description visuelle	41
IV.1.2.6. Test de capacité à communiquer	41
IV.2. Analyses descriptives.....	42
IV.2.1. La génération de descripteurs	42
IV.2.2. Tri.....	42
IV. 3. Elaboration des profils sensoriels	43
IV.3.1. Le pré-test	43
IV.3.1. 1. Principe	43
IV.3.1.2. Mode opératoire	43
IV.3.1.3. Traitement des résultats	44
IV.3.2. Le main-test	44
IV.3.2.1. Principe	44
IV.3.2.2. Mode opératoire	44
IV.3.2.3. Traitement des résultats	44
IV.4.Le focus group	44
IV.5. Analyse hédonique ou test consommateur.....	45
IV.5.1. Principe	45
IV.5.2.Mode opératoire	45
IV.5.3. Traitement des résultats	46

RESULTATS

I.ANALYSES MICROBIOLOGIQUES.....	47
II.ANALYSES NUTRITIONNELLES ET PHYSICO-CHIMIQUES	48

II.1. Humidité et teneur en matière sèche	48
II.2. Teneur en protéines totales.....	48
II.3. Teneur en lipides totaux	49
II.4. Teneurs en cendres brutes	50
II.5. Détermination de la valeur énergétique globale des échantillons.....	50
II.6. Teneur en sel	51
II.7. Activité de l'eau	52
II.8. pH.....	52
II.9. Acidité titrable.....	53
II.10. Indice TBA.....	53
II.11. Teneur en phénols totaux	54
II.12. Teneur en acide D et L-Lactiques	54
II.12.1.Teneur en acide D-Lactique	54
II.12.2. Teneur en acide L-Lactique.....	55
III. ANALYSES SENSORIELLES	56
III.1. Tests de sélection	56
III.2. Analyses descriptives.....	56
III.2.1. Génération de descripteurs et tri.....	56
III.2.2. Etude de la performance du panel	56
III.2.3. Classification des <i>Kitoza</i> selon la perception des descripteurs	57
III.2.4. Elaboration du profil sensoriel	57
III.3. Focus group	60
III.4. Analyse hédonique	61
III.4.1. Tests sur les consommateurs malgaches	61
III.4.2. Tests sur les consommateurs européens	62
III.5. Etablissement de la carte des produits	64
III.5.1. Consommateurs malgaches	64
III.5.2. Consommateurs européens.....	65
IV. CORRELATION ENTRE LES ANALYSES NUTRITIONNELLES ET LES ANALYSES SENSORIELLES	66

V.QUALITE MARCHANDE OU QUALITE D'USAGE	67
--	----

DISCUSSION ET CONCLUSION

I.ANALYSES MICROBIOLOGIQUES.....	68
----------------------------------	----

II. ANALYSES NUTRITIONNELLES.....	69
-----------------------------------	----

II.1. Teneur en eau	69
---------------------------	----

II.2. Teneur en protéines	69
---------------------------------	----

II.3. Teneur en lipides	70
-------------------------------	----

II.4. Teneur en cendres	70
-------------------------------	----

II.5. Teneur en sel	70
---------------------------	----

II.6. Activité de l'eau	70
-------------------------------	----

II.7. pH.....	70
---------------	----

II.10. Acides lactiques	71
-------------------------------	----

III.ANALYSES SENSORIELLES	72
---------------------------------	----

III.1.Analyses descriptives	72
-----------------------------------	----

III.1.1. Apparence	72
--------------------------	----

III.1.2. Odeur, goût et arôme	72
-------------------------------------	----

III.I.3.Texture	72
-----------------------	----

III.2. Analyses hédoniques.....	73
---------------------------------	----

IV.QUALITE MARCHANDE OU QUALITE D'USAGE.....	73
--	----

CONCLUSION GÉNÉRALE	74
----------------------------------	-----------

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	75
---	-----------

ANNEXE

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	: Analyse en Composantes Principales
AFM	: Analyse Factorielle Multiple
AFNOR	: Association Française de Normalisation
ANOVA	: Analyse of Variance (Analyse de la variance)
ASJA	: Athénée Saint Joseph Antsirabe
Aw	: Activity of Water (Activité de l'eau)
BEBeho	: <i>Kitoza</i> fumé de bœuf de la charcuterie Estelle Behoririka
BSVBongou	: <i>Kitoza</i> fumé de bœuf sous vide de Bongou
BSVRMaha	: <i>Kitoza</i> fumé de bœuf sous vide de la charcuterie Rotsy Mahamasina
BZIVan	: <i>Kitoza</i> fumé de bœuf de la charcuterie Zazah Ivandry
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique
DLEAA	: Direction des laboratoires d'expertises et d'analyses alimentaires (centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale)
EPT	: Eau Peptone Tamponnée
FAMT	: Flore Aérobie Mésophile Totale
FAO	: Food and Agriculture Organization (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
HAP	: Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
ISO	: International Standard Organization (Organisation internationale des normes)
LABASAN	: Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition
LAS	: Laboratoire d'Analyses sensorielles

MRST : Maison Régionale des Sciences et Technologies

PCA : Plate Count Agar

RVS : Rapport Vassiliadis Soja

TBA : Acide thiobarbiturique

TBX : Trypton Bile agar

UFC : Unité Formant Colonie

GLOSSAIRE

ACP (Analyse en Composantes Principales) : Technique d'analyse statistique, principalement descriptive, qui consiste à rechercher les directions de l'espace qui représentent le mieux les corrélations entre n variables aléatoires.

AFM : Permet de déterminer les corrélations entre les analyses nutritionnelles et les analyses sensorielles

ANOVA (Analyse de la variance) : Ensemble de techniques de tests et d'estimation destinées à quantifier l'effet de variables qualitatives sur une variable numérique.

Ageusie : Défaut de sensibilité au stimulus gustatif.

Anosmie : Défaut de sensibilité au stimulus olfactif.

Arôme : Propriété organoleptique perçue lorsque les molécules odorantes arrivent à l'épithélium par voie retro-nasale lors de la dégustation.

Aversion : Attitude d'évitement envers un stimulus.

CAH : Permet d'étudier la performance des panels et de classer les produits selon leurs descripteurs

Goût : Mélange complexe d'information sensorielle, sensation reçue par les cellules gustatives de la bouche.

Odeur : Propriété organoleptique perçue par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

Organoleptique : Qualifie une appréciation affective que portent des consommateurs sur un produit, en se rapprochant à son caractère plaisant ou déplaisant, par leurs organes des sens, dans un contexte déterminé et à un moment donné.

Panel : Groupe de sujets volontaires et représentatifs de la population ciblée qui vont déguster et donner leurs avis sur un produit donné.

Préférence : Attitude d'un sujet qui trouve un produit meilleur qu'un ou plusieurs autres produits.

Profil sensoriel : Description à l'aide de descripteurs des propriétés sensorielles d'un échantillon dans leur ordre de perception avec attribution d'une valeur d'intensité pour chaque propriété.

Réactions de Maillard : Réactions physico-chimiques complexe de brunissement non enzymatique comprenant 4 phases importantes et aboutissant à la formation de plusieurs composés et particulièrement la mélanoidine.

Texture : Ensemble des propriétés rhéologiques et de structure (géométrique et surface) d'un produit alimentaire par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et visuels.

Qualité : Aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs.

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Bœuf ou zébu de Madagascar.....	13
<u>Figure 2</u> : Viande de bœuf.....	14
<u>Figure 3</u> : Fumoir en brique de la Charcuterie Zazah Ivandry	15
<u>Figure 4</u> : <i>Kitoza</i> salé fumé	16
<u>Figure 5</u> : <i>Kitoza</i> salé séché.....	16
<u>Figure 6</u> : Diagramme de fabrication du <i>Kitoza</i> fumé.....	17
<u>Figure 7</u> : Echantillons de <i>Kitoza</i> fumé de bœuf à analyser.....	20
<u>Figure 8</u> : Analyses microbiologiques.....	22
<u>Figure 3</u> : Dilution en cascade.....	23
<u>Figure 10</u> : Génération de descripteurs et tri	42
<u>Figure 11</u> : Pré-test et main-test	43
<u>Figure 12</u> : Focus group	45
<u>Figure 13</u> : Test consommateur	46
<u>Figure 14</u> : Aspect de la FAMT sur milieu PCA.....	47
<u>Figure 15</u> : Classification ascendante hiérarchique (CAH) des jury.....	56
<u>Figure 16</u> : Classification ascendante hiérarchique (CAH) des <i>Kitoza</i>	57
<u>Figure 17</u> : Histogramme représentant les intensités moyennes des descripteurs.....	58
<u>Figure 18</u> : Analyse en composante principale (ACP) des <i>kitoza</i>	59
<u>Figure 19</u> : Profil sensoriel des <i>kitoza</i>	60
<u>Figure 20</u> : Histogramme de préférence des consommateurs Malgaches	62
<u>Figure 21</u> : Histogramme de préférences des consommateurs Européens	63
<u>Figure 22</u> : Cartographie de préférence des consommateurs Malgaches	64

<u>Figure 23</u> : Cartographie de préférence des consommateurs européens	65
<u>Figure 24</u> : Analyse Factorielle Multiple des produits	66
<u>Figure 25</u> : Teneur en différents constituants de chaque échantillon	68

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité.....	11
<u>Tableau 2</u> : Propriétés technologiques des ingrédients de la saumure	19
<u>Tableau 3</u> : Caractéristiques des différents <i>Kitoza</i> à analyser	21
<u>Tableau 4</u> : Préparation de la gamme étalon	33
<u>Tableau 5</u> : Préparation de la gamme étalon et des échantillons.....	34
<u>Tableau 6</u> : Dosage des acides D et L-Lactiques (1 ^{er} protocole).....	36
<u>Tableau 7</u> : Dosage des acides D et L-Lactiques (2 ^{eme} protocole)	36
<u>Tableau 8</u> : Concentration des différentes saveurs de base.....	41
<u>Tableau 9</u> : Charges microbiennes des échantillons	47
<u>Tableau 10</u> : Teneur en eau et en matière sèche.....	48
<u>Tableau 11</u> : Teneur en protéines totales.....	49
<u>Tableau 12</u> : Teneur en lipides des échantillons	49
<u>Tableau 13</u> : Teneur en cendres brutes	50
<u>Tableau 14</u> : Calories apportées par 100g de kitoza de bœuf fumé	51
<u>Tableau 15</u> : Teneur en sel	51
<u>Tableau 16</u> : Activité de l'eau	52
<u>Tableau 17</u> : pH.....	52
<u>Tableau 18</u> : Acidité titrable.....	53
<u>Tableau 19</u> : Indice TBA	53
<u>Tableau 22</u> : Teneur en L-lactique	55
<u>Tableau 23</u> : Moyenne des intensités des descripteurs.....	58

<u>Tableau 25</u> : Classement et regroupement des groupements non significativement différent pour les <i>kitoza</i> de bœuf (consommateurs Malgaches)	61
<u>Tableau 26</u> : Moyenne de l'acceptabilité des produits par les consommateurs Européens ..	62
<u>Tableau 27</u> : Classement et regroupements des groupes non significativement différents (consommateurs Européens)	63
<u>Tableau 28</u> : Lieux de vente des <i>kitoza</i> fumés	67
<u>Tableau 29</u> : Prix de vente des <i>kitoza</i> fumés	67

Madagascar regorge plusieurs produits alimentaires traditionnels qui n'ont pas encore fait l'objet d'une étude approfondie. Récemment, un projet financé par l'Union Européenne et coordonné par le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) a été lancé : le projet AFTER (African Food Tradition Revisited by Research). Il vise à améliorer les produits traditionnels africains ainsi que le savoir-faire y afférent, en partageant des connaissances et des techniques européennes et africaines, afin d'en faire bénéficier les consommateurs et les producteurs en Afrique et en Europe. Divers types de produits sont inclus dans le projet tels les céréales, les produits issus d'extraits de plantes et les produits carnés.

La première partie du projet consiste à caractériser le savoir-faire traditionnel et la qualité de ces produits. Des améliorations seront ensuite proposées dans la deuxième partie.

Le *kitoza* a été choisi pour Madagascar et dans ce cadre, un travail a été initié fin 2010 par le Département de Biochimie fondamentale et appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo en collaboration avec l'UMR QualiSud*.

Le *kitoza* est un produit carné traditionnel de Madagascar. Il tient une grande place dans le menu quotidien des ménages malgaches depuis l'époque de la royauté. Aujourd'hui, il n'est plus seulement produit par la ménagère en tant que produit salé séché mais aussi au niveau des charcuteries et des industries modernes sous forme de produit salé fumé.

Bien qu'il en existe à base de porc, le *kitoza* de bœuf est le plus répandu du fait que la viande de bœuf est la viande la plus consommée en Afrique dont Madagascar (FAO, 1998). Cette proportion était de 51% dans les années 60.

Vu que Madagascar est un pays en voie de développement, la consommation de viande reste l'apanage des couches les plus aisées de la population. Pour la majorité, elle est le plus souvent réservée aux moments festifs.

Par ailleurs, outre les bienfaits de la viande, elle est également une source importante d'infection chez l'homme (OMS, 1968). En effet, les intoxications alimentaires peuvent poser de graves problèmes de santé et le fonctionnement du marché peut être sévèrement limité si la qualité et la certification des aliments sont inappropriées (FAO, 2006). Aussi, dans les pays du Sud et à Madagascar, où l'utilisation du froid reste coûteuse et non garantie, la production de produits carnés stables à la température ambiante comme le *kitoza*, selon des méthodes peu coûteuses et faciles à mettre en œuvre représente un enjeu important.

Toutefois, la qualité du *kitoza* n'est pas encore stable même si des études scientifiques portant sur la caractérisation de son procédé de fabrication et de ses propriétés biochimiques et microbiologiques ont été déjà effectuées au sein du département de

*UMR QualiSud : Unité Mixte de Recherche CIRAD, Montpellier SupAgro, Université Montpellier I et Université Montpellier II

Biochimie. Il est donc préférable de réviser ces propriétés et de les enchaîner avec d'autres études portant sur les propriétés sensorielles du produit.

Depuis quelques années, le laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition, LABASAN, consacre une partie de ses thèmes à l'étude des produits alimentaires de fabrication locale (artisanale et industrielle). Notre étude intitulée : « Qualité alimentaire du *kitoza* de bœuf fumé » rejoint ce thème pour mettre en évidence les composantes de la qualité alimentaire permettant d'évaluer ce produit alimentaire malgache.

Ce mémoire comportera alors quatre parties :

- La première partie présentera, d'une part, les généralités sur la qualité alimentaire d'un aliment comprenant la qualité organoleptique ou sensorielle, la qualité hygiénique ou salubrité, la qualité nutritionnelle ou santé et la qualité marchande ou service, et d'autre part, les généralités sur le matériel d'étude ;
- La deuxième traitera les matériels et méthodes utilisés pour la caractérisation des produits finis ;
- La troisième partie portera sur les résultats ;
- La quatrième partie rapportera la discussion, la conclusion ainsi que les perspectives à l'avenir.

I. QUALITE ALIMENTAIRE

La qualité c'est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs (AFNOR, 1988). C'est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un service ou d'un produit qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites de tous les utilisateurs.

Les aliments sont des nutriments que l'homme trouve à l'état naturel ou qu'il produit lui-même. Ils sont à la fois nutritifs et appétants (DERACHE, 1986).

La qualité alimentaire peut être influencée par 4 facteurs principaux qui sont :

- composition et la nature de la matière première;
- réaction favorable ou défavorable spontanée post-abattage ou post-capture;
- effet des traitements technologiques, conditions de stockage, d'entreposage et;
- mode de distribution.

Cependant, l'utilisateur final d'un aliment, le consommateur, en attend plusieurs « satisfactions ». Ainsi, quatre composantes définissent la qualité alimentaire: la qualité organoleptique ou sensorielle, la qualité hygiénique ou salubrité, la qualité nutritionnelle ou santé et la qualité marchande ou service (ISO).

I.1. Qualité organoleptique ou sensorielle

Les caractères organoleptiques d'un aliment déterminent l'attrait qu'il exerce sur le consommateur. Les propriétés sensorielles ou organoleptiques d'une denrée (couleur, flaveur, texture) sont:

- des propriétés importantes, qui déterminent l'appétence (attrait des denrées pour le consommateur, incitation à s'alimenter, appétit)
- des critères d'appréciation importants pour le consommateur, qui déterminent son choix (identité, fraîcheur, qualité, etc.).
- des critères de contrôle du producteur de denrées alimentaires, lui permettant de fournir au consommateur un produit qui lui plaît (critères d'appréciation) et qui possède des caractéristiques constantes d'aspect, de goût, de couleur, etc.

L'évaluation sensorielle vient en complément de l'analyse physico-chimique afin de juger de la qualité des produits. Cette analyse est indispensable en contrôle qualité pour valider des expérimentations, dans une optique caractérisation des produits. Elle permet aussi la mise en place d'une politique de marketing adaptée au produit et à ses caractéristiques.

L'analyse sensorielle est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles (vue, ouïe, odorat, goût, toucher). Elle vise à déterminer les propriétés

sensorielles ou organoleptiques des aliments c'est-à-dire leurs activités sur les divers récepteurs sensoriels céphaliques stimulés avant et pendant leur ingestion et aussi la recherche de préférence ou aversion.

Deux analyses permettent d'évaluer les caractères organoleptiques d'un produit :

I.1.1. Epreuves analytiques

Les épreuves analytiques comprennent: les épreuves discriminatives et les épreuves descriptives.

- Les épreuves analytiques discriminatives visent à détecter la présence ou l'absence de différences sensorielles entre deux produits.
- Les épreuves analytiques descriptives évaluent une grandeur sensorielle complexe impliquant une méthode basée sur la recherche et la quantification des descripteurs appropriés. L'analyse descriptive est une analyse sensorielle quantitative, qui permet de caractériser les produits de manière précise, répétable et reproductible. Ces épreuves sont donc nécessaires pour décrire avec un minimum de mots et un maximum d'efficacité de manière à donner au produit une carte d'identité.

I.1.2. Epreuves hédoniques

C'est une méthode d'évaluation sensorielle subjective. Il existe 3 types d'études hédoniques :

- Mesure de préférence

La préférence est l'attitude d'un sujet qui trouve un produit meilleur qu'un ou plusieurs autres produits. On demande au sujet lequel des deux produits préfère-t-il?

- Mesure d'acceptabilité

L'acceptabilité est l'état d'un produit reçu favorablement par un individu déterminé en fonction de ses propriétés organoleptiques. Dans ce cas, on veut savoir lequel des deux produits apprécie le sujet.

- Mesure d'intention d'achat

Elle est basée sur les étiquettes, le prix et l'emballage/conditionnement du produit.

I.2. Qualité hygiénique

Les consommateurs ne veulent pas que l'aliment apporte « du mauvais » qui leur rende malade. L'hygiène a pour but de protéger les consommateurs contre les risques

sanitaires en leur fournissant des aliments salubres et de bonne conservation (OMS ,1974 ; JOUVE, 1993).

La qualité hygiénique nécessite la recherche des défauts d'hygiène ou les microorganismes indices de contaminations fécales apportées par les souillures (coliformes et *Escherichia coli*). La qualité hygiénique est conditionnée non seulement par l'absence de toxicité chimique (résidus d'insecticides, etc.), de corps étrangers anormaux (débris de verre, métal, etc.) et d'agents microbiologiques pathogènes (bactéries, virus, moisissures) y compris leurs toxines et les produits de métabolisme (JOUVE, 1993) mais aussi des composants normaux en excès (lipides, sels). Ainsi, la maîtrise de la sécurité de l'aliment est indispensable.

I.2.1. Les différents contaminants dans les aliments

La contamination d'une denrée alimentaire consiste en la présence de certains résidus ou autres corps étrangers qui ont pour effet de rendre celle-ci nocive ou dangereuse pour la santé humaine [FAO/OMS, 1995]. En d'autres termes, la contamination des denrées alimentaires résulte de l'exposition des aliments à des conditions permettant ou susceptibles de permettre (CHEFTEL, 1990) :

- l'introduction ou la multiplication des microorganismes ou de parasites provoquant des maladies ;
- l'introduction ou la production de toxines ;
- l'introduction des matières étrangères, y compris les impuretés, les substances toxiques ou des ravageurs.

Les aliments présentent généralement des microorganismes.

I.2.2. Les principaux microorganismes dans les denrées alimentaires

Les microbes sont constitués de bactéries, levures, moisissures et virus. On peut les classer en six groupes :

- Les microorganismes indispensables

De nombreux produits de consommation quotidienne (fromages, yaourts et autres produits laitiers, etc.) sont élaborés grâce à l'activité précieuse et importante des microorganismes. On peut citer les bactéries lactiques, certaines levures et moisissures (Scriban, 1982).

- Les microorganismes d'altération

Les germes responsables de la contamination des aliments sont souvent des espèces provoquant des changements indésirables dans les denrées alimentaires. Ils provoquent une altération de la qualité marchande en modifiant les caractères plastiques et organoleptiques du produit. Cette altération bien que généralement non dangereuse pour la santé du consommateur rend le produit non commercialisable.

On peut citer la flore aérobie mésophile totale (FAMT), les levures et les moisissures (Bourgeois, 1991; Guiraud, 1998 ; Bouges-Michel, Galeazzi, 1992).

- Les microorganismes banaux

Les microorganismes banaux peuvent être définis comme des germes ne présentant pas un risque potentiel pour la santé humaine. Ils peuvent être le témoin d'une fabrication effectuée dans des mauvaises conditions d'hygiène [GUIRAUD, 1998]. Ce sont des hôtes habituels du sol et de l'environnement, de l'intestin de l'homme et des animaux.

Leur présence dans les aliments peut se traduire par une contamination fécale. Néanmoins, les germes banaux peuvent être la cause d'intoxication légère lorsque leur nombre est excessif. Ils peuvent également, en nombre très élevé, entraîner des altérations

- Les microorganismes pathogènes

Les microorganismes pathogènes ne représentent qu'une infime partie des germes. Cependant leur identification, du point de vue sanitaire, est d'une importance primordiale.

On peut distinguer deux types extrêmes d'agents pathogènes :

- L'un constitué d'agents très dangereux tels que *Salmonella typhi et para typhi* et *Clostridium botulinum*. Leur présence ne peut être tolérée en aucune circonstance ;
- L'autre comporte des agents potentiellement pathogènes, assez souvent présents dans certains produits alimentaires (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, etc.) (OMS, 1974).

Leur présence en petit nombre ne constitue pas vraiment un danger notable mais ils présentent un réel danger en nombre excessif. Leur mécanisme est soit purement toxique (intoxication), infectieux (infection) ou les deux en même temps (toxi-infection).

- Les germes responsables d'intoxication

Certains germes ayant colonisé l'aliment y sécrètent une toxine (exotoxine). L'hôte ingère l'aliment avec la toxine («toxine intra alimentaire») et s'intoxique (plus qu'il ne

s'infecte). Dans ce cas, ce n'est pas la présence du germe qui importe mais celle de la toxine car le microorganisme peut disparaître mais la toxine persiste.

Les germes impliqués dans ce cas d'infection sont: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* et quelques moisissures toxigènes (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, etc.). Cette infection peut conduire, selon le germe en cause, à une diarrhée bénigne ou fait plus grave, à un cancer ou paralysie des muscles pouvant entraîner la mort.

- Les germes responsables d'infection

Les infections résultent de l'ingestion en nombre limité de germes. Ce sont des maladies essentiellement caractérisées par la prolifération du germe dans l'organisme hôte.

La prolifération est soit :

- localisée, avec destruction des tissus par les germes entéro-invasifs ou entéro-hémorragiques (*Escherichia coli* entéro-invasif EIEC, *Campylobacter jejuni*, *Shigella*, etc.) entraînant des diarrhées glaireuses souvent sanglantes,
- généralisée ou septicémique par les germes septicémiques (*Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi A*) entraînant la fièvre typhoïde.

- Les germes responsables de toxi-infection

On parle de toxi-infection lorsque la composante toxique des germes ingérée est importante. Autrement dit, les toxi-infections surviennent après ingestion massive de bactéries et de substances toxiques («toxine intra organique») qu'elles ont élaborées. Les microorganismes les plus souvent incriminés sont : *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* entérotoxigènes ETEC, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, Salmonelles ubiquitaires (Salmonelles non typhiques), etc.

Les manifestations pathologiques sont de type gastro-entérite (diarrhée liquide, aqueuse, peu ou pas fécale accompagnée souvent de vomissement) (Guiraud, 1998).

Parmi les microorganismes de la viande, on retrouve *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*.

I.3. Qualité nutritionnelle

On veut que l'aliment apporte du « bon », qu'il soit diététique, qu'il maintienne et améliore notre santé. Il s'agit des nutriments majeurs (lipides, protéines, glucides) et mineurs (vitamines, éléments minéraux).

I.3.1. Les nutriments

Les nutriments, ou éléments nutritifs, sont constitués par l'ensemble des composés organiques et minéraux nécessaires à l'organisme vivant pour entretenir la vie. En d'autres termes, les nutriments sont des substances alimentaires résultant de la digestion des aliments sous l'action des sucs digestifs (COMELADE, 1990). Ces nutriments peuvent être assimilés par les cellules sans subir d'autres transformations digestives. A partir des nutriments et de l'oxygène qu'elle reçoit, chaque cellule devient une petite usine produisant de l'énergie qui lui est nécessaire pour vivre (CRAPELET et al, 1995).

I.3.1.1. Les protéines

Présentes chez tous les êtres vivants, des bactéries à l'homme, les protéines sont de très gros polymères formés à partir de seulement 20 monomères différents. Ces monomères sont des α -aminoacides qui s'unissent par des liaisons peptidiques pour former des chaînes polypeptidiques linéaires. Les acides aminés peuvent être synthétisés par l'organisme, sauf ceux dits « indispensables » qui doivent être apportés par l'alimentation. Ils sont au nombre de 8 pour les adultes : le tryptophane, la phénylalanine, la méthionine, la leucine, la lysine, l'isoleucine, la valine et la thréonine ; l'histidine et l'arginine complètent cette liste pour les enfants.

Les protéines sont principalement des éléments de construction et d'entretien: elles sont nécessaires pour la croissance et les réparations de l'organisme, pour la reproduction (DUPIN et al, 1992). Elles sont secondairement énergétiques : les acides aminés en excès sont transformés en lipides et mis en réserve ou en glucose qui est dégradé pour fournir de l'énergie.

Le besoin fondamental en protéines est d'ordre qualitatif et quantitatif. La moitié des protides dans les organismes en voie de croissance, et le tiers chez l'adulte doivent être apportés par des protides d'origine animale (COMELADE, 1990). Les protéines animales sont celles qui ont la meilleure digestibilité et la meilleure qualité biologique. La viande rouge est classée traditionnellement, avec le poisson et les œufs, dans le groupe des aliments riches en protéines : une ration de 100 g de viande de bœuf cuite apporte environ 25 g de protéines.

I.3.1.2. Les lipides

Les substances naturelles insolubles dans l'eau, mais solubles dans certains solvants organiques tels que le méthanol, le chloroforme, l'acétone sont regroupées sous le nom de lipides (WEINMAN & MEHUL, 2004). Les lipides ou corps gras alimentaires se présentent essentiellement sous forme de triglycérides constitués d'acides gras et de glycérol. Suivant la

longueur de la chaîne carbonée et le degré d'insaturation, on distingue les acides gras saturés, les acides gras monoinsaturés et les acides gras polyinsaturés.

On classe les lipides en fonction de leur nature chimique et du rôle qu'ils tiennent dans la structure et le fonctionnement des organismes. On distingue les lipides de réserve (huiles et graisses) représentant une importante réserve d'énergie, les lipides membranaires ou de structure (phospholipides et sphingolipides), les lipides fonctionnels présents en quantité moindre (sels biliaires, les hormones stéroïdes...) (WEINMAN & MEHUL, 2004).

La teneur en graisses des viandes a été longtemps surévaluée. Pourtant, les morceaux de bœuf couramment consommés contiennent moins de 10 % de lipides. Très nombreux sont ceux au-dessous de 5 % de lipides. En outre, on associe souvent « acides gras saturés » (accusés de faire augmenter le taux de cholestérol) et « produits carnés ». La viande bovine est riche en acides gras saturés (de 41 à 52 %) et monoinsaturés (de 37,5 à 46,6 %), elle apporte également des quantités significatives d'acides gras polyinsaturés à chaîne longue (de 0,7 à 6,0 %).

I.3.1.3. Les glucides

La viande ne contient presque pas de glucide. (SOUSSANA, 1990)

I.3.2. Les éléments minéraux

Les éléments minéraux ne sont pas dégradables au sein de l'organisme. Ils (macro- et oligo-éléments) ne sont pas d'une part sources d'énergie, mais sont souvent incorporés dans les structures cellulaires (les membranes cellulaires, la structure des os notamment). D'autre part, de très nombreux minéraux sont indispensables à l'activité des hormones et surtout des enzymes. A cet égard, ils jouent le rôle de nutriments catalytiques (DUPIN et al, 1992). Ces éléments minéraux sont fournis par l'alimentation.

Les éléments minéraux sont couramment divisés en deux groupes (COMELADE, 1990) :

- les macroéléments ou éléments principaux : calcium (Ca), phosphore(P), magnésium (Mg), sodium (Na), potassium (K), chlore (Cl), soufre (S)
- les oligoéléments ou éléments de trace : fer (Fe), iode (I), cuivre (Cu), manganèse (Mn), zinc (Zn)....

La viande bovine est une source intéressante de fer (de environ 2,5 mg/100 g pour la viande à environ 6 mg/100 g pour les abats), dont 55 % à 75 % de fer héminique. Il s'agit

également d'une source de zinc (entre 2,5 et 7,0 mg pour 100 g) et de sélénium (de 10 à 14 µg/100 g).

I.4. Qualité marchande

Un aliment sain, délicieux, complet ne sera pas vendu s'il est trop cher, introuvable, difficile à préparer, et impossible à conserver. On veut donc des aliments :

- Qui se conservent longtemps, avant la vente, après achat, après ouverture.
- Qui soient facile à utiliser : stockage, ouverture/fermeture, préparation
- Qui soient abordables : à la fois pas trop chers et disponibles, vendus « partout ».

Le prix est un facteur de choix déterminant pour certaines personnes (petits revenus) mais donne aussi une image de la qualité. Il y a une confusion entre « c'est mieux, donc c'est normal que c'est plus cher », et « c'est plus cher donc sûrement meilleur ». Les consommateurs se réfèrent plutôt au rapport qualité/prix.

II. Paramètres physico-chimiques influençant la qualité alimentaire

II.1. Teneur en eau ou humidité

La teneur en eau ou l'humidité est la quantité d'eau contenue dans 100g de produit. Le séchage ainsi que le fumage ont pour but de réduire la teneur en eau afin de favoriser la conservation du produit ayant préalablement subi un salage (Knockaert, 1990). En effet, la teneur en eau détermine non seulement l'appétence et certains caractères organoleptiques de l'aliment mais aussi sa périssabilité car les microorganismes ont besoin d'eau pour survivre. La déshydratation du produit carné s'accompagne d'une stabilisation microbienne et de la flore. C'est au cours du séchage que se développent la couleur et la flaveur spécifiques du produit (Girard, 1988)

La teneur en humidité totale n'est pas limitée parce qu'un produit à base de viande est d'autant plus humide qu'il est plus riche en maigre et abats (Soussana, 1990). Généralement, la teneur en eau des viandes avant transformation est de l'ordre de 70 à 75% (Girard, 1988).

II.2. L'eau, l'activité de l'eau (Aw)

L'eau est un composant important de notre alimentation et fait partie de tous les tissus vivants animaux et végétaux. La teneur en eau disponible est donc un facteur primordial ; il représente l'activité (chimique) de l'eau ou Aw (NOUT et al, 2003).

Dans les cellules vivantes, l'eau participe à plusieurs réactions biochimiques. Ainsi la teneur en eau des produits alimentaires joue un rôle déterminant durant leur conservation. En effet, une partie de l'eau contenue dans le produit alimentaire n'est pas disponible pour des réactions. En réduisant la teneur en eau disponible, c'est-à-dire en abaissant A_w , on améliore la stabilité microbienne du produit car les micro-organismes ne peuvent pas se multiplier en absence d'eau.

Il est courant de classer les aliments en trois catégories en fonction de leur activité en eau A_w et de leur teneur en eau (TE) (Leistner et Rödel, 1976) :

- les aliments instables à haute teneur en eau : $50 < TE < 100\%$; $0,9 < A_w < 1$
- les aliments à teneur en eau intermédiaire : $20 < TE < 50\%$; $0,6 < A_w < 0,9$
- les aliments très stables à faible teneur en eau : $0 < TE < 20\%$; $0 < A_w < 0,6$

Ainsi, la viande se classe parmi les aliments à haute humidité (Girard, 1988). L' A_w de la viande fraîche est très élevée 0.98 à 0.095. Celle des produits transformés dépend de leur composition (rapport gras/maigre, teneur en sel, etc.) ainsi que de la technologie (l' A_w est d'autant plus basse que le produit est plus cuit ou plus sec). La valeur de l' A_w atteint des valeurs comprises entre 0,4 et 0,6 pour la viande déshydratée, 0,75 et 0,90 pour le saucisson sec (Girard, 1988).

II.3. pH et acides organiques

Outre l'activité de l'eau (A_w), le pH est également un facteur important de l'aptitude à la conservation des viandes (tableau1).

Tableau 1: Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité (Girard, 1988)

Caractéristiques	Critères physiques	Mode de stockage
Très facilement putréfiable	$A_w > 0.95$ et $pH > 5.2$	$\leq 5^\circ\text{C}$
Putréfiable	$0.91 \leq A_w \leq 0.95$	$\leq 10^\circ\text{C}$
Conservable	$A_w \leq 0.95$ et $pH \leq 5.2$ Ou seulement $A_w < 0.91$ quel que soit le pH Ou seulement $pH < 5$ quel que soit l' A_w	Pas de refroidissement nécessaire

Sur l'animal vivant, le muscle a une réaction neutre, son $pH = 7$. Après la saignée à l'abattoir, la viande devient l'objet de réactions chimiques très complexes débouchant sur la

formation d'acides, dont l'acide lactique. Le pH de la viande s'abaisse. Pour le muscle du bœuf, cette valeur oscille entre 5,5 et 5,9 (Laurent, 1981).

Le pH d'une viande est souvent déterminé par la quantité d'acide lactique produite à partir du glycogène à travers la glycolyse (Poma, 1998 ; Gondret, 1998). L'amplitude de la baisse du pH sera fonction des réserves énergétiques (Coibion, 2008)

II.4. Teneur en sel

Outre le goût qu'il apporte au produit, le sel a un rôle de conservateur. Il n'a aucune action microbicide mais il baisse l'activité de l'eau du produit et freine ainsi la multiplication des microorganismes (Girard, 1988 ; Durand, 1999). Toutefois, le sel peut jouer un rôle néfaste en favorisant l'oxydation et le rancissement des acides gras (Girard, 1988 ; Poma, 1998).

Dans la plupart des formules de fabrication des charcuteries, la dose moyenne de sel incorporée est de 1,8%. Dans les produits séchés/maturés, la dose d'incorporation est plus élevée : elle est de l'ordre de 3 à 3,5%. Cette quantité de sel est indispensable pour freiner la prolifération microbienne, en particulier au début de la phase d'étuvage et de séchage (Durand, 1999).

II.5. Hydrocarbures

Les hydrocarbures sont des produits de la famille des goudrons qui se forment dans certaines conditions lors de la production de la fumée et peuvent contaminer les denrées alimentaires. Les hydrocarbures sont souvent formés de cycles, dont les cycles aromatiques. Ces derniers sont appelés hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et certains d'entre eux sont cancérigènes. (Soussana, 1990).

III. PRESENTATION DU MATERIEL D'ETUDE

III.1. Le zébu ou bœuf (1)

III.1.1 Description

Le zébu ou bœuf (*Bos taurus indicus*) est un bovidé domestique. Le bœuf existe en couleurs variées. Cependant, les couleurs rouge et gris clair sont majoritaires. Généralement, le poil est de couleur claire, lui permettant de supporter la chaleur. La peau est noire et minimise ainsi les risques de cancer. La peau est ample, voire lâche sous le cou : elle augmente la surface, permettant un meilleur échange thermique. Cette peau a la faculté de

vibrer comme celle des chevaux pour faire fuir mouches et taons. Sa résistance aux parasites externes est importante. Les oreilles sont de grande taille et souvent pendantes. Une bosse graisseuse rehausse le niveau du garrot, surtout chez les mâles. Cette bosse étant petite ou grosse, droite ou tombante selon les races. Elle constitue une réserve calorique qui leur permet de supporter des périodes de "vaches maigres". Selon les races et la richesse des pâturages, les individus peuvent peser de 200 kg à plus d'une tonne. Les bœufs élevés et engraisés pour la production de la viande sont abattus à un âge d'environ 3ans. (Soussana, 1990).

III.1.2. Historique

Le zébu est originaire de la péninsule indienne. Par la suite, il est arrivé en Afrique où ses capacités d'acclimatation se sont bien adaptées à l'assèchement progressif d'une partie du continent.

III.1.3. Position systématique (Linnaeus, 1758)

Règne	: ANIMALIA
Embranchement	: CHORDATA
Sous-embranchement	: VERTEBRATA
Classe	: MAMMALIA
Sous-classe	: THERIA
Infra-classe	: EUTHERIA
Ordre	: ARTIODACTYLA
Famille	: BOVIDAE
Sous-famille	: BOVINAE
Genre	: <i>Bos</i>
Espèce	: <i>taurus</i>



Figure 4: Bœuf ou zébu de Madagascar (2)

III.1.4. Utilisation

En Inde, le bœuf est élevé pour son lait et sa force de travail. Chez les peuples d'Afrique pratiquant nomadisme et pastoralisme, tels que les Massaïs ou les Peuls, le prestige des familles se mesure à l'importance des troupeaux. Il est élevé par les agriculteurs, pour son lait, pour sa viande, son cuir et comme animal de trait. Les cornes de zébus sont utilisées pour faire des manches de couteau. Dans de nombreux autres pays, la production a aussi été orientée vers la viande.

Dans la région Sud de Madagascar, le bœuf est un symbole de force et de responsabilité. Avant de se marier, un jeune homme doit voler un bœuf et le donner au père de la future jeune femme. Cet acte signifie que si le jeune homme arrive à voler un bœuf, il est un homme et il peut assumer ses responsabilités. Le bœuf est aussi un symbole de richesse. On tue la plupart des zébus lors d'un décès et on les partage avec tous les gens du village. On ne procède à l'enterrement que lorsque tous les zébus sont tués. Une partie de la fortune sert à construire un tombeau et la grandeur du tombeau dépend de la fortune de la personne décédée. Les cornes du zébu sont ensuite implantées au sommet de la tombe pour signifier la richesse du défunt.

III.2. La viande

La viande est définie comme toute partie consommable des animaux propres à la consommation humaine, c'est-à-dire, elle inclut les abats, les carcasses, les tissus adipeux et les muscles. La viande est assimilée à la chair d'animaux terrestres et des oiseaux dont l'homme se nourrit.

Le maigre provenant du triage de carcasses de bovins a été de longue date employé en charcuterie salaison alors que le gras n'est utilisé que dans le cas de fabrications destinées à la clientèle musulmane. Le maigre de bœuf possède des qualités technologiques comparables à celles du maigre de porc mais il se caractérise par une coloration plus sombre et par une vitesse et un pourcentage de dessiccation légèrement plus fort. (Soussana, 1990)



Figure 5: Viande de bœuf (Auteur)

III.3. Le fumage

Le fumage est l'une de ces techniques ancestrales de conservation. Elle est adaptée aux viandes et poissons, aliments qui se détériorent très vite dans les climats tempérés et chauds. Si dans ces temps éloignés, le principal objectif était la conservation des produits, l'apparition de nouvelles techniques de conservation (réfrigération, appertisation,...) n'a pas fait

disparaître le fumage de nos traditions charcutières. Cependant, son rôle conservateur se trouve bien souvent relégué au second plan ; actuellement, le fumage est effectué pour donner aux produits une saveur et une présentation typique. (Soussana, 1990).

Le fumage consiste à soumettre un aliment (poisson ou viande) aux composants chimiques d'une fumée provenant de la combustion de bois. La fumée a une action sur la flaveur, couleur, texture (durcissement ou ramollissement) et conservation. En plus de ces actions, certains composés de la fumée modifient la texture extérieure par tannage des fibres musculaires. (Soussana, 1990).

Le fumage exerce deux types d'action qui améliorent l'aptitude à la conservation des produits traités : la première action est antioxydante et a pour conséquence de retarder la dégradation oxydative des lipides. La deuxième est bactériostatique et permet de stabiliser la charge microbienne du produit fumé (Girard, 1988 ; Knockaert, 1990 ; Jeanet *et al.*, 2007).

Le fumage est régi par deux paramètres principaux : la température et l'humidité de la cellule de fumage.

- Température : le fumage à froid se fait à une température inférieure à +30°C tandis que le fumage à chaud se fait à une température supérieure à +30°C.
- Humidité : ce paramètre favorise la pénétration de la fumée et détermine les pertes par évaporation.

La composition chimique de la fumée est extrêmement complexe car plus de 300 composants ont été isolés. En plus de l'air, du CO₂, et de la vapeur d'eau, quatre grandes familles de composés organiques sont dominants : acides organiques, composés carbonylés, composés phénoliques et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).



Figure 3: Fumoir en brique de la Charcuterie Zazah Ivandry
(Auteur)

III.4. Le *kitoza*

III.4.1. Historique

Le *kitoza* est un produit traditionnel de Madagascar à base de viande autrefois considéré comme un mets royal. Comme il n'y avait qu'un jour de marché par semaine, un moyen de conserver la viande était d'en faire du *kitoza* et de le faire sécher. Aujourd'hui, ce plat tient encore une place de choix dans le menu des ménages malgaches. La consommation du *kitoza* a actuellement augmenté à cause de sa disponibilité sur le marché local et de sa facilité à préparer : fait maison à partir de viande fraîche salée/ séchée. Avec l'évolution de la technologie des aliments, certains producteurs fabriquent du *kitoza* fumé

La viande de bœuf a donné lieu à diverses techniques de préparation et/ou de conservation qui va de la production de *kitoza* (lanières de viande séchée) à celle du « varanga » (viande effilochée frite) et le « jaka » (viande conservée dans la graisse). En pays Sakalava (ouest de Madagascar) et/ou Tsimihety (nord), le « maskita » qui correspond plus ou moins au *kitoza* par un procédé de séchage au soleil ou par fumage au feu de l'âtre (Raharolahy 2004).

III.4.2. Description

Le *kitoza* se présente en lanière de viande de 20 à 50cm de long et de 2 à 4cm de large.

Les lanières de viande, qu'elles soient conservées dans les cuisines et donc boucanées, ou séchées au soleil, ou fumées au dessus d'un feu dans un foyer portent toutes, sur les hautes terres, le nom de « *kitoza* », alors que sur les côtes malgaches, elles sont dénommées « saly » (Molet, 1982).



Figure 4: *Kitoza* salé fumé (Auteur)



Figure 5: *Kitoza* salé séché (Auteur)

III.4.3. Procédé de fabrication

Son procédé de fabrication consiste à découper la viande de bœuf ou de porc en fines lanières qui sont ensuite salées en saumure ou à sec et séchées/fumées au dessus d'un feu de bois (foyer) jusqu'à consommation totale (Laurent, 1981).

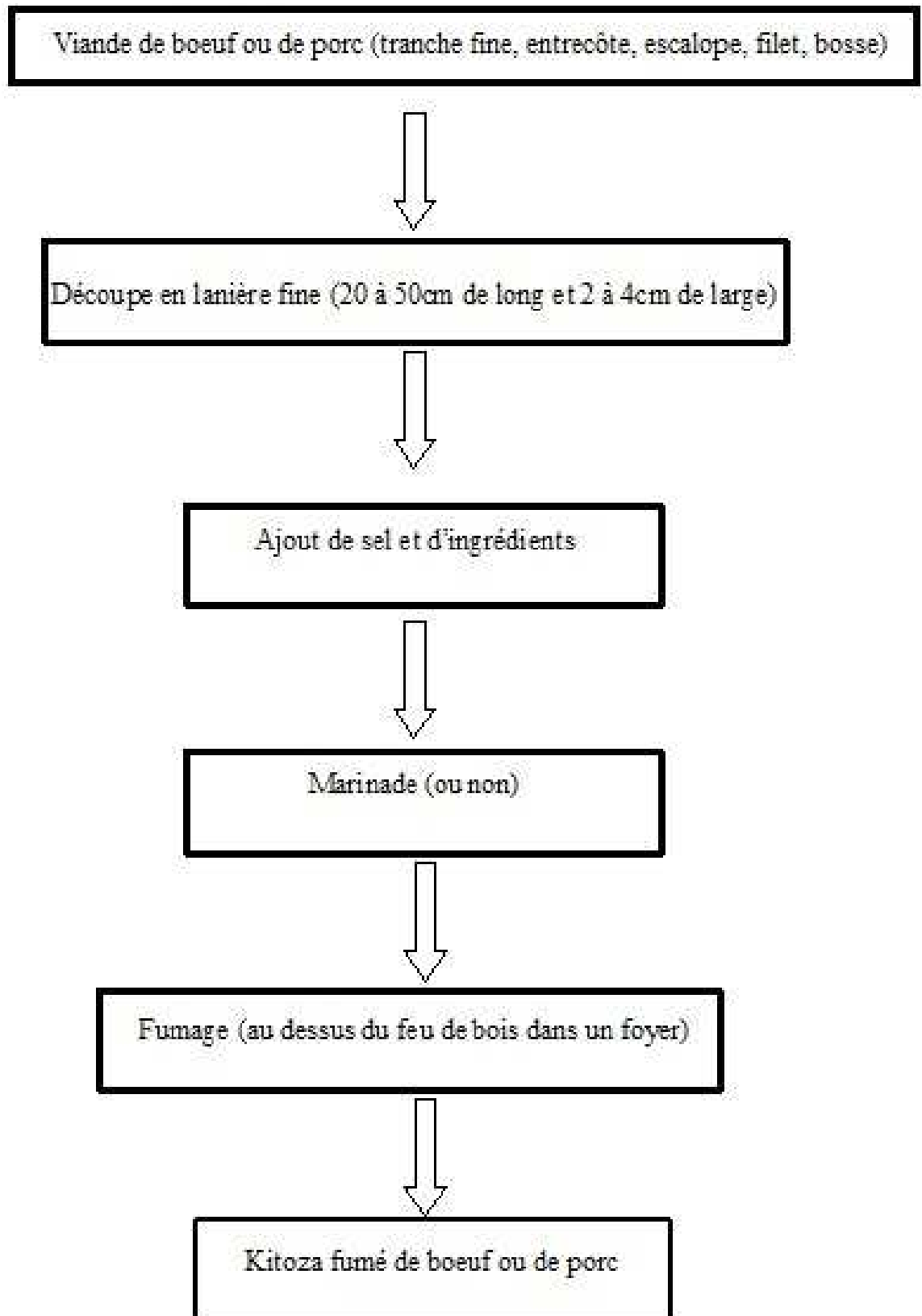


Figure 6: Diagramme de fabrication du *Kitoza* fumé

Tableau 2: Propriétés technologiques des ingrédients de la saumure (Durand, 1999)

Ingrédients	Propriétés technologiques
Eau	Solvant pour les autres ingrédients Limitation des défauts de texture Augmentation du rendement technologique
Chlorure de sodium	Développement du goût salé Augmentation du pouvoir de rétention d'eau des protéines, donc du rendement technologique Diminution de l'activité de l'eau, donc limitation ou inhibition de la croissance microbienne
Sucres	Substrats pour la croissance de la flore de biopréservation Fixation de molécules d'eau, donc augmentation du rendement technologique Pouvoir réducteur favorisant la formation et le maintien de la couleur
Epices	Développement du goût

III.3. Utilisation

Le *kitoza* est largement consommé et apprécié et est consommé frit ou grillé. Il accompagne traditionnellement le « vary soso » ou le « vary amin'anana » qui sont des plats de riz en bouillon, le second étant cuit avec des brèdes. Actuellement, le *kitoza* peut être consommé seul, en apéritif ou avec du pain.

I. ECHANTILLONNAGE

Des enquêtes sur la production et la consommation de *kitoza* menées dans la province d'Antananarivo auprès des producteurs, des revendeurs et des consommateurs ont permis de définir deux types de *kitoza* : les *kitoza* salés séchés et les *kitoza* salés fumés.

Critères de choix

En raison de la diversité de producteurs et de revendeurs, la ressemblance entre certains échantillons et la facilité à préparer, 4 échantillons de *kitoza* salés fumés de bœuf préjugés différents et représentatifs de tous les *kitoza* fumés existants ont été retenus pour notre étude. Ce sont :

- Le *kitoza* fumé de bœuf de la charcuterie Estelle Behoririka (BEBeho)
- Le *kitoza* fumé de bœuf de la charcuterie Zazah Ivandry (BZIvan)
- Le *kitoza* fumé de bœuf sous vide de la charcuterie Rotsy Mahamasina (BSVRMaha)
- Le *kitoza* fumé de bœuf sous vide de Bongou (BSVBongou)



BEBeho



BZIvan



BSVRMaha



BSVBongou

Figure 7: Echantillons de *kitoza* fumé de bœuf à analyser (Auteur)

Tableau 3: Caractéristiques des différents *Kitoza* à analyser

	Ingrédients	Temps de marinade	Partie de viande	Bois utilisés	Temps de fumage	Méthode de fumage
BEBeho	sel, sucre, jus de papaye, ail	3h	Tranche fine	Eucalyptus	1h20	Four suspendu
BZIvan	sel (10g/kg de viande)	Pas de marinade	Entrecôte	Eucalyptus	3h	Four suspendu
BSVR Maha	ail et sel	Pas d'information	Tranche fine	Eucalyptus	Pas d'information	Four suspendu
BSV Bongou	Pas d'information	Pas d'information	Pas d'information	Pas d'information	Pas d'information	Pas d'information

II. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES (AFNOR 2002)

Les aliments sont pour la plupart microbiologiquement instables. Leurs niveaux de contamination dépendent des caractéristiques de l'aliment (pH, Aw, etc.), des conditions de transformation, de stockage, de distribution, du transport, de contamination résiduelle des étapes de fabrication et enfin des conditions de vente et l'utilisation par les consommateurs.

Parmi les microorganismes de la viande, on retrouve *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*. Pour des contraintes de matériels, dans le cas du kitoza, il a été décidé de ne dénombrer que la flore totale, *E. coli* et *Salmonella*.



Figure 8: Analyses microbiologiques (Auteur)

II.1. Echantillonnage

L'échantillon à analyser (*kitoza*) est représentatif du lot et le prélèvement respecte les précautions d'asepsie c'est-à-dire que tous les matériels de prélèvement ont été stérilisés. Il est transporté au laboratoire d'analyse dans des boîtes hermétiques stériles.

Les analyses microbiologiques ont été réalisées dans les 24h qui suivent la collecte des échantillons.

II.2. Principe

Chaque microorganisme vivant introduit dans la masse d'un milieu gélosé donne en principe naissance à une colonie visible à l'œil nu. En conséquence, si un produit ou sa dilution estensemencée dans un milieu gélosé, le nombre des colonies (UFC/ Unité Formant Colonies) qui s'est développé correspond au nombre de microorganismes présents dans le volume considéré (MARCHAL, 1985).

II.3. Mode opératoire

II.3.1. Préparation de la suspension mère (NFV 08 002)

25g de l'échantillon à analyser sont découpés puis broyés et mis en suspension dans 225ml EPT. Le mélange est ensuite agité et incubé pendant 20mn à température ambiante.

II.3.2. Préparation des dilutions (NF V08-010)

Une dilution en cascade est effectuée à partir de la suspension mère. 1ml de la suspension mère est introduit dans un tube stérile, puis additionné de 9ml d'eau physiologique (solution de NaCl 9‰), c'est la dilution 10^{-1} . 1ml de ce mélange est ensuite versé dans un autre tube contenant déjà 9ml d'eau physiologique. Cette solution correspond à la dilution 10^{-2} et ainsi de suite jusqu'à la dilution finale.

Ces dilutions sont utilisées afin de faciliter le dénombrement des bactéries.

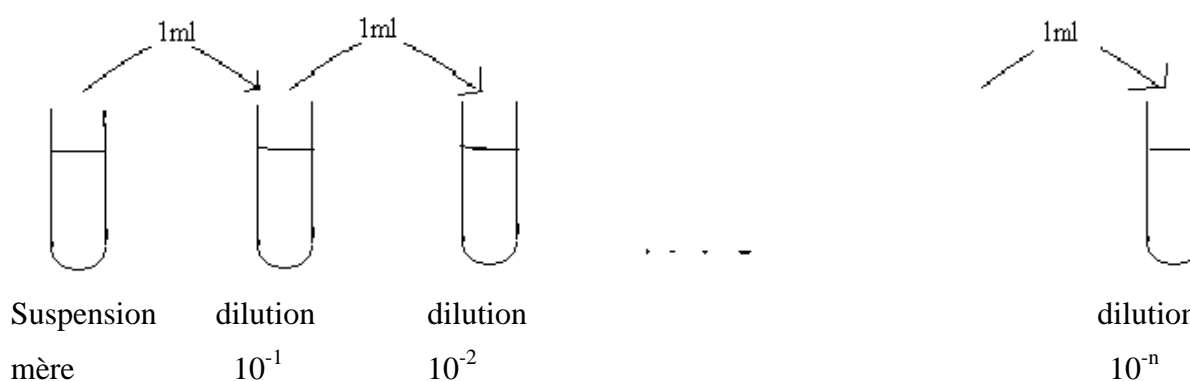


Figure 6: Dilution en cascade (Auteur)

II.3.3. Dénombrement de FAMT (NF V 08-060) (LEVRAL & VIERLING, 1997 ; MEYER et al, 1984)

Dans la flore totale ou germes mésophiles aérobies (à 30°C en général), on regroupe aussi bien les bactéries que les champignons. Le dénombrement des germes totaux est réalisé car il constitue un indicateur de la qualité sanitaire d'un aliment. Il donne une idée de la qualité de germes présents naturellement dans le produit brut.

Les FAMT sont mises en évidence par une culture sur milieu Plate Count Agar (PCA).

II.3.3.1. Principe

C'est un milieu sélectif utilisé pour la détermination du nombre total des germes mésophiles. Sa teneur en substances nutritives (glucose, peptone de caséine, extrait de levure) permet la culture de la majorité des microorganismes.

II.3.3.2. Mode opératoire

1 ml de l'inoculum correspondant à la dilution 10^0 jusqu'à la dilution 10^{-6} est ensemencé en profondeur (ensemencement dans la masse) dans une boîte de Pétri. L'ensemencement est réalisé en double. L'incubation s'effectue pendant 72h à 30°C.

II.3.4. Recherche d'*Escherichia coli* (NF V 08 053)

Entérobactérie isolée par ESCHERICH en 1881, c'est un saprophyte normal du tube intestinal de l'homme et des animaux. Il est susceptible de devenir pathogène pour l'homme dans certaines conditions. Il est parmi l'agent responsable de septicémie, de diarrhée et aussi de dysenteries. Cette bactérie fait partie des germes indicateurs de contaminations fécales (MINOR & RICHARD, 1998)

II.3.4.1. Principe

Le milieu TBX est sélectif pour *Escherichia coli* par la présence de colorants qui inhibent la croissance de toute la flore secondaire à Gram positif. Parmi les bactéries à Gram négatif, seul *Escherichia coli* produit des colonies vert noirâtres à reflets métalliques.

II.3.4.2. Mode opératoire

L'ensemencement se fait en double et en masse. 1 ml de l'inoculum est introduit dans chaque boîte de pétri, ensuite, la gélose en surfusion y est coulée. L'incubation s'effectue à 42 °C pendant 48h.

II.3.5. Recherche de *Salmonella* (NF V 08-052)

C'est une entérobactérie isolée par LOEFFLER en 1890, cette bactérie est un parasite pathogène redoutable de l'intestin de l'homme et des animaux (MURRAY et al, 1999). Pour le dénombrement de *Salmonella*, on se réfère à 25g d'échantillon.

II.3.5.1. Préparation de l'échantillon

Dans une bouteille stérile de 250 ml, 25g d'échantillon sont pesés, broyés et additionnés de 225 ml d'eau peptonée tamponnée. Le mélange est agité. Cette solution constitue la suspension mère.

II.3.5.2. Pré-enrichissement sur RAPPAPORT-VASSILIADIS SOJA (RVS)

Le bouillon de Rappaport-Vassiliadis est utilisé pour l'enrichissement sélectif des Salmonelles. Ces derniers peuvent s'y multiplier grâce à la présence de vert malachite et de chlorure de magnésium.

II.3.5.3. Culture sur HEKTOEN ENTERIC AGAR

II.3.5.3.1. Principe

Ce milieu solide de couleur marron rougeâtre est sélectif pour *Salmonella* par la présence de sels biliaires qui suppriment la croissance de germes indésirables. Le genre *Salmonella* produit des colonies bleu-verte après incubation à 37°C pendant 24h (LARPENT, 1997).

II.3.5.3.2. Mode opératoire

A l'aide d'une anse, l'inoculum est ensemencé en strie sur le milieu HEKTOEN contenu dans une boîte de Pétri.

II.6. Mode de calcul pour le cas d'un dénombrement (ISO 7218, mai 1996)

Le nombre total de colonies présentes dans l'unité d'échantillonnage est donné par la formule ci-dessous :

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

Avec :

n_1 : nombre de boîtes comptées à la dilution retenue la plus faible.

n_2 : nombre de boîtes comptées à la seconde dilution retenue.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages sont réalisés (dilution la plus faible)

$\sum c$: nombre total de colonies sur les boîtes retenues

V : volume de prise d'essai inoculé en ml

V_{SM} : volume de la suspension mère en ml.

V_{PR} : volume de produit (ml) ou masse de produit (g) ou surface de produit (cm²) ayant constitué la suspension mère.

III. ANALYSES NUTRITIONNELLES ET PHYSICO-CHIMIQUES

Il s'agit de connaître la valeur nutritionnelle des aliments c'est-à-dire la composition en termes de nutriments et de minéraux des différents échantillons de *kitoza* de bœuf fumé. .

III.1. Détermination de l'humidité et de la matière sèche (AUDIGIE et al, 1982)

La méthode utilisée pour déterminer la teneur en eau est celle de GUILBOT.

III.1.1. Principe

L'eau existe sous deux formes dans les aliments : eau libre et eau liée. Cette dernière est fixée plus ou moins fortement. La teneur en eau correspond à la quantité d'eau perdue lorsqu'un aliment est soumis à une dessiccation de 24h à 103°C dans une étuve.

III.1.2. Mode opératoire

Une quantité bien déterminée de produit est mise dans une capsule de poids connu puis soumise à une température de 103°C dans une étuve. Des pesages précédés de refroidissement sont effectués au bout de 24h.

III.1.3. Mode de calcul

La teneur en eau ou la quantité d'eau perdue lors de la dessiccation ou l'humidité H% est donnée par la formule suivante :

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Avec :

H% : Humidité ou teneur en eau en grammes pour 100g d'échantillons

m_0 : masse en gramme de la capsule vide

m_1 : masse en gramme de la capsule munie de la prise d'essai avant étuvage

m_2 : masse en gramme de la capsule munie de la prise d'essai après étuvage

La différence de pesée entre la matière fraîche et la teneur en eau constitue la teneur en matières sèches (MS%) et cette dernière sera alors déduite de celle de l'humidité selon la formule suivante :

$$MS\% = 100 - H\%$$

III.2. Détermination de la teneur en protéines totales (AFNOR, 1993)

La méthode de Kjeldhal est adoptée dans cette étude. (ADRIAN et al, 1991)

III.2.1. Principe

Elle consiste en un dosage indirect des protéines par le dosage de la teneur en azote total. La teneur en protéines sera alors calculée en multipliant cette teneur en azote par le facteur de conversion conventionnel 6, 25.

Les différentes étapes du dosage des protéines s'accompagnent des réactions suivantes :

- a) Minéralisation: $2RNH_2 + H_2SO_4 \longrightarrow SO_4(NH_4)_2 + 2R$
- b) Distillation: $SO_4(NH_4)_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_4OH$
 $NH_4OH \longrightarrow NH_3 + H_2O$
- c) Dosage du distillat: $NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$

III.2.2. Mode opératoire

La teneur en azote total est déterminée après minéralisation du produit par chauffage avec de l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré en présence d'un catalyseur, puis alcalinisation des produits de la réaction et distillation de l'ammoniac libéré qui, recueilli dans une solution d'acide borique, est titré par une solution de H_2SO_4 .

III.2.2.1. Minéralisation

0,25g de *kitoza* est introduit avec 10ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4), un comprimé de catalyseur (K_2SO_4) dans le matras de Kjeldahl. La minéralisation se fait pendant 3h jusqu'à ce que la solution devienne limpide (de couleur vert clair).

III.2.2.2. Distillation

Après refroidissement, le minéralisât est distillé en présence de soude 40% pendant 3min. Le distillat se condense puis récupéré dans une solution contenant 10ml d'acide borique 4% et 3 gouttes de réactif de Tashiro contenu dans l'erenmeyer.

III.2.2.3. Titration

Le mélange est enfin titré par une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 0,1N jusqu'au virage de la coloration au rose-violet. Le volume de H_2SO_4 versé est noté.

III.2.3. Mode de calcul

La teneur en azote total est donnée par la formule (GODON, LOISEL, 1991 ; ADRIAN, 1995):

$$N\% = \frac{(V_0 - V_1) \times T \times 0,014}{m} \times 100$$

Avec :

N% : Teneur en azote en g par 100g de MS

V₀ : Volume en ml de H₂SO₄ 0,1N utilisé pour un essai à blanc

V₁ : Volume en ml de H₂SO₄ 0,1N versé lors de la titration

T : Normalité de H₂SO₄ utilisé

m : masse en g de l'échantillon

La teneur en protéines totales est obtenue par multiplication du pourcentage de l'azote total par le coefficient de conversion 6,25.

$$PB\% = N\% \times 6,25$$

Avec :

PB% : Teneur en protéines brutes ou protéines totales en g/100g de MS

La détermination de la teneur en protéines est réalisée en double pour chaque échantillon.

III.3. Détermination de la teneur en lipides (Folch et al, 1957)

La détermination de la teneur en lipides totaux a été effectuée selon la méthode de Folch

III.3.1. Principe

Les lipides sont solubles dans certains solvants organiques dits apolaires. Leur extraction peut alors être effectuée avec un mélange de chloroforme/méthanol dit mélange de Folch.

III.3.2. Mode opératoire

4g de broyat sont introduits dans un erlenmeyer rodé avec une solution de chloroforme/méthanol de proportion 40/20 et 3ml d'eau distillée. L'ensemble est agité à l'aide d'un barreau aimanté pendant 1h au minimum avant d'être filtré sous vide, sur verre fritté. Le

filtrat, ajouté de 0,12ml de solution de NaCl à 2%, sera ensuite transféré dans une ampoule à décanter puis agité de façon à ce que le gaz s'échappe afin d'obtenir un mélange homogène. On le laisse se décanter jusqu'à ce que les deux phases soient bien distinctes. La phase organique (inférieure) est récupérée dans un ballon préalablement taré, puis évaporé au rotavapor. Pour une évaporation totale, on la termine dans l'étuve. Le ballon sera alors refroidi au dessiccateur avant d'être pesé.

III.3.3. Mode de calcul

La teneur en lipide est calculée par la formule suivante :

$$L\% = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100$$

Avec

L% : teneur en lipide en g pour 100g de MS

m_1 : masse du ballon avec la phase inférieure évaporée

m_0 : masse du ballon vide

m : masse de l'échantillon sec

III.4. Détermination de la teneur en cendres brutes (DEFRANCESHI, 1990)

III.4.1. Principe

Les cendres brutes sont obtenues par incinération des matières organiques à 550°C. Elles contiennent tous les éléments minéraux.

III.4.2. Mode opératoire

Environ 5g de kitoza préalablement broyés sont mis dans des capsules d'incinération de poids pré connus. L'ensemble est introduit dans un four à moufle à 550°C pendant 5h, puis refroidi avant d'être pesé.

III.4.3. Mode de calcul

La proportion des cendres brutes est obtenue à partir de la formule :

$$C\% = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100$$

Avec

m0 : masse en g de la capsule vide

m1 : masse en g de la capsule + échantillon avant incinération

m2 : masse en g de la capsule+ cendres après incinération

C% : teneur en cendres brutes

III.6. Détermination de la valeur énergétique globale des échantillons

La combustion des nutriments ingérés libère de l'énergie sous forme de calories.

La valeur énergétique d'un aliment se calcule en multipliant la teneur de chaque macronutriment par l'indice d'Atwater (AFNOR, 1989).

La valeur de cet indice est de :

- 4 Kcal pour 1g de glucide
- 4 kcal fournissent par 1g de protéine
- 9 Kcal libérés par 1g de lipide

Ainsi, la valeur énergétique globale se calcule comme suit :

$$VE = (G \times 4) + (P \times 4) + (L \times 9)$$

Avec :

VE : valeur énergétique en Kcal

G : teneur en glucides totaux en %

P : teneur en protéines totales en %

L : teneur en lipides totaux en %

Mais comme la viande ne contient pratiquement pas de glucide, cette formule sera réduite en la formule ci-après:

$$VE = (L \times 9) + (P \times 4)$$

III.6. Détermination de la teneur en sel

III.6.1. Principe

La teneur en sel est estimée à partir de la détermination des ions chlorures libres après extraction de ces ions de la viande dans une solution d'acide nitrique.

III.6.2. Mode opératoire

La teneur en sel est déterminée par dosage des ions chlorure après extraction de ces derniers dans 50ml d'acide nitrique (HNO_3) à 0,3N à partir d'environ 0,3g (PE) d'échantillon. L'ensemble est placé sous agitation horizontale (vitesse 6) à température ambiante pendant au minimum 2h, puis laissé au repos pendant 1h pour permettre la décantation des particules en suspension.

La concentration en ions chlorure est mesurée avec un chloruremètre (Corning 926, USA).

III.6.3. Mode de calcul

La teneur en sel de l'échantillon est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$T_s = \frac{1.648 \times 10^{-4} \times x \times V}{m}$$

Avec :

T_{sel} : teneur en sel (g/100g)

x : réponse du chloruremètre ($\text{mg C}^{-1}/\text{l}$)

V : volume de la solution de HNO_3 utilisée pour l'extraction (ml)

m : masse de l'échantillon (g)

III.7. Détermination de l'activité de l'eau

L'activité de l'eau représente la pression de vapeur d'eau d'un produit humide sur la pression de vapeur saturante à la même température.

III.7.1. Principe

L'Aw-mètre mesure l'humidité relative d'un produit dans un système fermé étanche, par la mesure du point rosée.

III.7.2. Mode opératoire

L'activité en eau (Aw) est mesurée à 25°C avec l'Aw-mètre FAST/1 (GBX, France) qui utilise de l'hygromètre à miroir. L'échantillon est placé dans une coupelle sèche remplie au $\frac{3}{4}$.

III.8. Détermination du pH et de l'acidité titrable

III.8.1. Principe

Le pH-mètre mesure directement le pH d'une solution alors que le titrateur permet une mesure indirecte de l'acidité titrable par titrage potentiométrique de l'acidité jusqu'à pH 8,3 à l'aide d'une solution titrée d'hydroxyde de sodium.

III.8.2. Mode opératoire

Environ 3g d'échantillon sont pesés (PE) dans un pot à échantillon de 40ml. Le volume est ajusté à 30ml avec de l'eau distillée, puis le mélange est soumis à une agitation magnétique durant 30min. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre et l'acidité titrable est mesurée à l'aide d'un titrateur automatique (Titroline easy, Schott, Allemagne). Le pH-mètre affiche directement le pH de l'échantillon. Le pH initial de la viande est noté puis l'acidité titrable est mesurée en ajoutant une solution de soude (NaOH) 0,05N jusqu'à pH final 8,3.

III.8.3. Mode de calcul

Le volume de soude versé permet de calculer l'acidité titrable selon la formule :

$$AT = \frac{V_{NaOH} \times C_{NaOH} \times 100}{m}$$

Avec :

AT : acidité titrable (meq/100g)

V_{NaOH} : volume de soude versé (ml)

C_{NaOH} : concentration de la solution de soude utilisée (mol/l)

m = masse de la prise d'essai (g)

III.9. Mesure de la peroxydation lipidique par l'indice TBA

III.9.1. Principe

Les aldéhydes formés par oxydation des acides gras réagissent en milieu acide avec l'acide thiobarbiturique (TBA) pour donner un complexe coloré en rose qui absorbe à 535nm.

III.9.2. Mode opératoire

1g de viande est pesé (PE) puis 100µl de BHT (butylhydroxytoluène) et 9,9ml de KCl 0,15M sont ajoutés. Le tout est broyé au Polytron. 0,5ml de broyat est vortexé avec 0,25ml de TBA (acide thiobarbiturique, 1% dans NaOH 1mM) et 0,25ml de TCA (acide trichloroacétique). Il est ensuite incubé à 80°C pendant 10 min puis refroidis dans du bain de glace pendant 15 min. 2

ml de butanol pur est ajouté et le tout est vortexé puis centrifugé à 4000rpm pendant 10 min à 4°C. La lecture de l'absorbance est fait sur spectrophotomètre à 535 nm contre du butanol pur.

La gamme étalon est préparée en utilisant du TMP (tétraméthoxypropane) et du KCl. Après chauffage, le TMP se transforme en MDA (malondialdéhyde) avec un rapport de 1. Les dilutions de TMP sont réalisées directement dans les tubes à centrifugation (tableau) et suivent le même protocole en mettant à la place du 0,5ml de broyat de viande.

Tableau 4 : Préparation de la gamme étalon

[MDA] (μM)	0	6,072	12,144	18,216	24,287	36,431
TMP (μl)	0	5	10	15	20	30
KCl (μl)	500	495	490	485	480	470

III.9.3. Expression des résultats

La droite d'étalonnage $DO = f([MDA])$, d'équation $DO_{535} = a [MDA] + b$ est tracée ;
Les DO sont convertis en [MDA] par la relation suivante :

$$[MDA] (\mu\text{M}) = \frac{DO_{535} - b}{a}$$

Avec :

MDA : Malondialdéhyde

DO : densité optique des échantillons

a, b : pente et ordonnée à l'origine de la droite d'étalonnage

Cette équation permet alors de calculer les indices TBA :

$$\text{IndiceTBA} (mg / Kg) = \frac{[MDA] \times MM_{MDA}}{100 \times m}$$

Avec :

MM_{MDA} : masse molaire du MDA (72g/mol)

m : masse de la prise d'essai (g)

III.10. Mesure de la teneur en phénols totaux

III.10.1. Principe

L'éthanol permet l'extraction des phénols. En milieu alcalin et en présence de ferrocyanure de potassium III, les phénols développent une coloration avec l' amino-4 antipyrine. Enfin, le dosage spectrophotométrique se fait après extraction du composé dans le chloroforme.

III.10.2. Mode opératoire

5g de viande préalablement broyée sont pesés dans un tube à centrifugation puis 35ml d'éthanol sont ajoutés. Le mélange est ensuite agité au Vortex puis laissé au repos 15min avant d'être centrifugé à 2000rpm pendant 10min. Le surnageant est récupéré dans une fiole jaugée de 50ml et le culot est repris dans 10ml d'éthanol puis vortexé. L'extrait obtenu est centrifugé et le surnageant est récupéré dans la même fiole. La solution est ajustée à 50ml avec de l'éthanol. On obtient l'extrait alcoolique.

Dans des ampoules à décanter, on réalise les mélanges ci-dessous (tableau) en agitant et en dégazant après chaque ajout. On les laisse décanter 30min pour l'échantillon et 10min pour la gamme étalon. La phase inférieure (chloroformée) contenant les phénols est filtrée à l'aide d'un papier filtre garni de sulfate de sodium anhydre et récupérée dans un flacon ambré. La densité optique du filtrat est lue à 455nm dans des cuves en quartz. Le zéro est réalisé avec la solution de la gamme étalon ne contenant pas de phénols.

Tableau 5: Préparation de la gamme étalon et des échantillons

	Echantillons	Gamme étalon				
Extrait alcoolique (ml)	5	-	-	-	-	-
Solution de phénol (5mg/l) (ml)	-	0	1	2	4	6
Eau distillée (ml)	30	35	34	33	31	29
Aminoantipyrine (2%) (ml)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ammoniaque 2N (ml)	2	2	2	2	2	2

Ferrocyanure de potassium III 2% (ml)	2	2	2	2	2	2
Chloroforme (ml)	10	10	10	10	10	10
Quantité de phénols (μg) dans l'ampoule	-	0	5	10	20	30

III.10.3. Expression des résultats

La droite d'étalonnage $Q_{\text{phénols}} = f(\text{DO})$, d'équation $Q_{\text{phénols}} = a \text{ DO} + b$, est tracée.

Avec :

DO : densité optique des échantillons

a, b : pente et ordonnée à l'origine de la droite d'étalonnage

La teneur en phénols totaux des échantillons est calculée selon la formule suivante :

$$T_{\text{phénols}} = Q_{\text{phénols}} \times 10^{-3} \times \frac{V_1 \times 100}{V_2 \times m}$$

Avec :

$T_{\text{phénols}}$: teneur en phénols (mg/100g)

$Q_{\text{phénols}}$: quantité de phénols

V_1 : volume de la fiole (50ml)

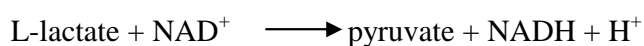
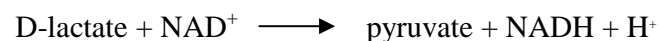
V_2 : volume d'extrait alcoolique introduit dans l'ampoule à décanter (5ml)

m : masse de la prise d'essai (g)

III.11. Détermination de la teneur en acide D et L lactique

III.11.1. Principe

Le dosage des acides D- et L-lactique est réalisé à l'aide des kits enzymatiques (kits enzymec fluid 5240D et 5260L) en dosant par spectrophotométrie (à 340 nm) le NADH produit selon la réaction :



III.11.2. Mode opératoire

Méthode de Carrez :

2,5g de viande sont pesés (PE) dans une fiole jaugée de 50ml. 30ml d'eau distillée sont ajoutés, puis 2,5ml de la solution de Carrez 1 (3,6% p/v $C_6FeK_4N_6, 3H_2O$) et 2,5ml de la solution de Carrez 2 (7,2% p/v $ZnSO_4, 7H_2O$). 5ml de NaOH 0,1N sont ajoutés pour obtenir un pH compris entre 8 et 8,5. Le volume final est ajusté à 50ml avec de l'eau distillée. Le mélange est homogénéisé après chaque ajout. La solution est filtrée à l'aide d'un papier filtre. La solution à doser sera alors le filtrat obtenu.

Tableau 6: Dosage des acides D et L-lactiques (1^{er} protocole)

	Blanc	Standard	Echantillon
Echantillon	-	-	100 μ l
Standard (0.15g/L)	-	100 μ l	-
Eau distillée	100 μ l	-	-
Réactif 1 (tampon, enzyme)	2000 μ l	2000 μ l	2000 μ l
Agiter puis lire l'absorbance $\Delta 1$ après 3 min			
Réactif 2 (NAD)	500 μ l	500 μ l	500 μ l
Agiter puis lire l'absorbance $\Delta 2$ au bout de 15min			

Le zéro est fait avec de l'eau distillée et le dosage des échantillons qui sont en dessous du seuil de détection (0.025g/l) est refait selon le protocole du tableau ci-après :

Tableau 7: Dosage des acides D et L-lactiques (2^{ème} protocole)

	Blanc	Echantillon
Echantillon	-	300 μ l
Eau distillée	300 μ l	-
Réactif 1 (tampon, enzyme)	1600 μ l	1600 μ l
Agiter puis lire l'absorbance $\Delta 1$ après 3 min		
Réactif 2 (NAD)	400 μ l	400 μ l
Agiter puis lire l'absorbance $\Delta 2$ au bout de 15min		

(Seuil de détection =0,007g/l)

II.11.2. Expression des résultats

La teneur en acide L/D-lactique est calculée par la relation suivante :

$$T_{\text{acide D, L lactique}} = \frac{\Delta A \times V_{\text{cuve}} \times M_{\text{acide lactique}} \times V \times 100}{\varepsilon \times l \times 1000 \times V_{\text{échantillon}} \times PE}$$

avec :

$T_{\text{acide D, L lactique}}$: Teneur en acide lactique (g/100g)

ΔA : $(A_2 - A_1 \times df)_{\text{échantillon}} - (A_2 - A_1 \times df)_{\text{blanc}}$ avec df (facteur de dilution) = 0,808 (protocole avec 100 μ l) et 0,826 (protocole avec 300 μ l).

V_{cuve} : volume de la cuve (ml) = 2,6ml (protocole avec 100 μ l) ; 2,3ml (protocole avec 300 μ l)

$M_{\text{acide lactique}}$: masse molaire de l'acide lactique (90,1g/mol)

V : volume d'extraction (50ml)

ε : Coefficient d'extinction molaire du NADH à 340 nm (6,3/mmol/cm)

l : longueur du trajet optique (1cm)

$V_{\text{échantillon}}$: volume d'échantillon (0,1ml (protocole avec 100 μ l) ou 0,3ml (protocole avec 300 μ l))

PE : prise d'essai (g)

IV. ANALYSES SENSORIELLES

L'analyse sensorielle ou évaluation sensorielle est une méthode utilisée pour décrire les sensations que les humains perçoivent avec leur 5 sens (ouïe, toucher, vue, odorat, goût) lors d'un contact avec un produit. Cette méthode permet de décrire et analyser les caractéristiques organoleptiques des produits alimentaires.

Du point de vue physiologique, l'évaluation sensorielle est l'étude de la réaction d'un sujet à une stimulation extérieure, se manifestant par des phénomènes chimiques, neurologiques au niveau des organes des sens et au niveau du système nerveux. Les sujets peuvent alors qualifier et quantifier les sensations perçues après stimulation.

L'évaluation sensorielle doit utiliser des méthodes d'analyse précises reproductibles et adaptées au but poursuivi. Un groupe de sujet est donc utilisé pour l'évaluation. « La compétence sensorielle varie d'un individu à un autre », « la plupart des individus ne savent pas leur capacité à sentir, à goûter, et à percevoir par le toucher un produit », « tous les sujets ne peuvent être qualifiés pour tous les tests d'évaluation » (Stone et Sidel, 1985). Le groupe de sujets varie par la taille et la qualification de ses membres. Ainsi, on peut citer :

- Le groupe à vocation hédonique : les membres de jury non entraînés représentant la population visée qui portent seulement un jugement affectif.
- Le groupe à vocation analytique qui contribue dans les épreuves analytiques (discriminatives et descriptives) dans le but d'identifier et de quantifier les caractéristiques sensorielles du produit.

2 règles fondamentales régissent l'évaluation sensorielle :

- L'anonymat des échantillons
- L'indépendance des réponses

Dans toutes les analyses sensorielles, les échantillons à analyser sont codés de 3 chiffres lesquels sont générés en utilisant le fichier Excel.

L'évaluation sensorielle comportera les épreuves suivantes :

IV.1. Tests de sélection des jury

Les tests de sélection sont en général plus exigés pour le recrutement d'environ 20 sujets experts pour les analyses descriptives.

La qualité d'une analyse descriptive des aliments repose donc sur le panel utilisé. Pour avoir un « bon » panel descriptif, il est recommandé de sélectionner les sujets; d'où l'intérêt des étapes de recrutement et de sélection avant l'entraînement proprement dit (Stoer, Rodriguez

&Civille, 2002 ; Meilgaard, Civille& Carr, 1999 ; Zook&Wessman, 1977 ; AFNOR, 1988 ; Fortin, 1998 ; Nicod, 1998)

Avant les tests de sélection réalisable au laboratoire d'analyse sensoriel, un entretien individuel est exigé filtrant déjà les sujets. Cet entretien peut être remplacé par un questionnaire sur papier (formulaire de recrutement de sujets).

IV.1.1. Principe

Les tests de sélection des jury ont une double fonction: d'habituer les sujets aux méthodes et aux matériels utilisés en analyse sensorielle. Ils sont divisés en 3 types :

- Ceux ayant pour but de détecter les incapacités
- Ceux ayant pour but de déterminer l'acuité sensorielle
- Ceux destinés à évaluer le potentiel des sujets à décrire et communiquer des informations sur des perceptions sensorielles

Les critères de sélection sont en général : la disponibilité, la familiarité avec le produit, la motivation, la sensibilité, la créativité et la capacité à apprendre.

IV.1.2. Mode opératoire

Les sujets à tester sont des sujets faisant déjà partis du panéliste du LAS ou ayant répondu aux annonces ou affichages sur différents lieux publiques et/ou privés.

Différents tests de sélection ont été réalisés :

IV.1.2.1. Test bourbon TIB (par Issanchou et coll, 1997).

Ce test permet de tester la capacité des panélistes à se concentrer (Lesschaeve & Issanchou, 1996). Une feuille A3 remplie de groupes de points (groupes de 3, 4 ou 5 points) est présentée à chacun des juges. La feuille présente 50 lignes de 25 groupes de points. Les sujets sont invités à barrer uniquement les groupes de 4 points. Après 8 secondes, les sujets doivent passer à la prochaine ligne.

Pour le traitement des résultats, on donne 1 point par groupe de 4points coché et on enlève 1 point par groupe de point coché à tort. S'il n'y a pas de différences entre les sujets, on ajoute 1 point par ligne évaluée complètement et sans erreur. Plus la somme est élevée, plus le sujet a la capacité à se concentrer.

IV.1.2.2. Test d'utilisation d'échelle : Test de notation sur surfaces grisées (par Meilgaard et coll, 1987) : Sur Fizz réseau

10 images géométriques apparaissent sur les écrans devant les juges. Pour chacune des

figures, les juges doivent évaluer la proportion de surface noircie par rapport à la totalité de figures (sans tenir compte du cadre en gris) et notent la réponse sur l'échelle linéaire allant de «entièrement blanche » à «entièrement noire». Après l'évaluation, leurs réponses à côté des réponses exactes (en décimal et sur des échelles linéaires) vont apparaître sur les écrans.

Pour le traitement des résultats, on calcule la somme des écarts entre la note attendue et la note du sujet. Elle est donnée par la formule :

$$\text{Somme des écarts} = \sum (| \text{Note} - \text{Note attendue} |)$$

Plus la somme des écarts est petite, plus le sujet est performant à l'utilisation d'échelle.

IV.1.2.3. Test de description olfactive : Test ETOC modifié (European Test of Olfactory Capabilities) (par Thomas-Danguinet coll., 2003)

Ce test permet de détecter la présence d'anosmie chez les sujets. C'est un test de reconnaissance d'odeurs. Pour ce faire, 10 flacons numérotés de 1 à 10 contenant soit des aliments solides ou liquides, soit des arômes alimentaires fixés sur un support en coton (pour masquer la vue des substances à l'intérieur des flacons) sont présentés aux sujets. Ces derniers sont amenés à identifier les odeurs des substances mises dans le flacon en l'humant.

Les aliments contenus dans les flacons sont : ail, gingembre, fromage, café, alcool, curry, viande fumé, cannelle, miel et oignon.

Pour le traitement des résultats, on donne 1 point par réponse correcte, 1 point par réponse très proche, 2 points si le terme attendu a été exactement cité et on ne donne pas de point pour les fausses réponses. Plus la somme est élevée, plus le sujet a une bonne acuité olfactive. Les sujets qui ne recueillent pas plus de 65% de bonnes réponses sont inaptes en tant que sujets qualifiés.

IV.1.2.4. Test de description gustative

Ce test a pour but de détecter l'agueusie ou manque de sensibilité à faible dose. Des flacons numérotés de A à E sont présentés aux sujets. Ils identifient le nom des saveurs qu'ils perçoivent à la langue parmi les 5 saveurs de base : sucré, salé, acide, amer, umami.

Tableau 8: Concentration des différentes saveurs de base (Source: LAS Ambatobe)

Saveurs	Solutions	Concentration
Sucrée	saccharose	2%
Acide	Acide citrique	0,07%
Salée	Chlorure de sodium	0,2%
Amer	Caféine	0,07%
Umami	Glutamate monosodique	-

Pour le traitement des résultats, on donne 2 points si le terme attendu a été exactement cité. Plus la somme est élevée, plus le sujet a une bonne acuité gustative.

IV.1.2.5. Test de description visuelle (couleur) : (ISHIHARA S., 1971. Tests for colour blindness - Kanahara Shuppan Co. Ltd. Tokyo-Kyoto. Japon) ou test de couleur pseudo-isochromatique de ICHIKAWA et coll (1978)

Des tables isochromatiques renfermant des chiffres sont présentées aux juges. Ils doivent identifier les valeurs des chiffres qu'ils voient à l'intérieur de chaque carrée.

Pour le traitement des résultats, on donne 2 points si le chiffre a été exactement cité. Plus la somme est élevée, plus le sujet a une bonne acuité visuelle.

IV.1.2.6. Test de capacité à communiquer : Test de génération de termes

C'est un test de capacité à communiquer à l'écrit. Pour ce faire, une tablette de chocolat a été présentée à chaque juge et ils sont invités à les décrire avec des adjectifs par rapport aux points suivants : visuel (couleur, forme, texture), texture en bouche, saveur, odeur.

Pour le traitement des résultats, on donne 1 point par réponse correcte, 1 point par réponse très proche, 2 points si le terme attendu a été exactement cité et on ne donne pas de point pour les fausses réponses. Plus la somme est élevée, plus le sujet a une bonne capacité à communiquer.

IV.2. Analyses descriptive

L'épreuve descriptive quantitative (EDQ) est une grandeur sensorielle complexe et son évaluation implique une méthodologie basée sur la recherche et la quantification du descripteur. La méthodologie constitue l'analyse descriptive et se quantifie par le profil sensoriel. Le but est de décrire en un minimum de mots et maximum d'efficacité le produit à analyser de manière à lui donner une carte d'identité précise, reproductible et reconnue par tous. Cette description devra être indépendante du groupe de sujets qui l'aura établi. Elle devra être comparable à d'autres analyses de ce type effectuées sur des produits de la même famille. La méthode servira à déterminer les facteurs sensoriels d'une préférence mesurée indépendamment.

Les analyses descriptives ont été réalisées en utilisant le profil conventionnel.

IV.2.1. La génération de descripteurs

C'est une description complète du produit. Il s'agit de donner la perception à l'aide de vocabulaires familiers générés spontanément.

Quelques échantillons de *kitoza* sont présentés devant les sujets. Ils devront donc donner le maximum de descripteurs en visualisant, en reniflant et en goutant aux produits.

IV.2.2. Tri

Il s'agit de faire une discussion entre les jury de dégustation avec l'expérimentateur. En fait, chaque sujet doit citer tous les descripteurs qu'il a trouvés. Tous les termes cités plus d'une fois sont retenus. Les termes hédoniques, quantitatifs, non pertinents sont supprimés. Les termes synonymes sont regroupés. Les descripteurs doivent être discriminants, non redondants, non reliables à l'acceptabilité des consommateurs, reliables à des mesures physiques, unidimensionnels, précis et fiables, consensuels, non ambigus, références faciles à trouver, communicables, reliés à la réalité.

A la fin, il en restera des descripteurs représentatifs de tous les produits dont le nombre est inférieur à 20 (10 à 15 descripteurs). Ensuite, on donne à chaque descripteur une définition dont chaque sujet en devrait être convaincue.



Figure 10: Génération de descripteurs et tri (Auteur)

IV. 3. Elaboration des profils sensoriels

IV.3.1. Le pré-test

Ce sont des séances d'entraînement de jury. L'entraînement d'un panel descriptif est une technique utilisée en analyse descriptive des aliments dans le but de former des sujets humains afin qu'ils puissent être un outil de mesure fiable. L'entraînement permet d'élaborer, pour un profil sensoriel, des consensus entre les sujets sur les descripteurs à utiliser et sur la façon de procéder dans l'évaluation des produits. La qualité de l'entraînement prédit le niveau de performance des panélistes. (Ramaroson, 2008)

L'entraînement permet au sujet de (Nicod et Hayet, 1986) :

- Se familiariser au vocabulaire spécifique
- Mémoriser des textures, des saveurs, des odeurs et des arômes caractéristiques
- Retrouver ces éléments dans un produit complexe même si celui-ci présente des caractéristiques très marquées
- S'étalonner sur des gammes de concentrations connues pour juger les intensités
- Comparer sa perception avec celle des autres

IV.3.1.1. Principe

La performance des sujets, le consensus entre sujets et le profil sensoriel d'un produit alimentaire sont connus à partir de l'entraînement de jury.

IV.3.1.2. Mode opératoire

A chaque test, 4 produits différents codés différemment et à ordre différent sont présentés devant chaque panéliste. Chaque produit est évalué à 2 répétitions : analyse en duplicate.

Pour ce faire, les jury devront suivre les indications préconisées dans le logiciel fizz. Les jury doivent goûter un à un les produits présentés et noter l'intensité des descripteurs au fur et à mesure qu'ils les perçoivent. Entre chaque produit, ils doivent se rincer la bouche afin de la neutraliser.



Figure 11: Pré-test et main-test (Auteur)

IV.3.1.3. Traitement des résultats

Après chaque test, on effectue tout de suite l'analyse statistique des résultats afin de vérifier la performance de chacun des jury : c'est le briefing. Mais comme les pré-tests sont encore des séances d'entraînement, les résultats ne sont pas à considérer.

IV.3.2. Le main-test

C'est le test principal. Il permet non seulement d'établir le profil sensoriel de chaque produit mais aussi de les différencier les uns des autres.

IV.3.2.1. Principe

Le profil sensoriel d'un produit est établi à partir des notations de l'intensité des descripteurs générés.

IV.3.2.2. Mode opératoire

Comme dans le pré-test, 4 produits différents codés différemment et à ordre différent sont présentés devant chaque panéliste. Cependant, chaque produit est évalué à 3 répétitions fois : analyse en triplicate.

Pour ce faire, les jury devront suivre les indications préconisées dans le logiciel fizz. Les jury devraient goûter un à un les produits présentés et noter l'intensité des descripteurs au fur et à mesure qu'ils les perçoivent en se référant aux gammes de produits étudiés lors du pré-test. . Entre chaque produit, ils doivent se rincer la bouche afin de la neutraliser.

IV.3.2.3. Traitement des résultats

Dans ce test, il n'y aura ni analyses immédiates des résultats, ni briefing après chaque test. Ainsi, chaque jury est libre de juger le produit à sa façon mais en se référant au pré-test.

Les résultats sont traités statistiquement à l'aide du logiciel XLSTAT 6.0. Le profil sensoriel de chaque produit est obtenu après une ANOVA suivi d'une ACP.

IV.4. Le focus group

Le focus group est un type d'entretien de groupe composé de personnes concernées par un produit alimentaire. Il est destiné à obtenir des informations relatives à leurs opinions, attitudes et expériences ou encore à expliciter leurs attentes vis-à-vis de ce produit. Il s'agit donc d'une méthode d'enquête qualitative rapide.

Mode opératoire

10 personnes représentatifs des producteurs, des revendeurs et des consommateurs c'est-à-dire des personnes à classe d'âge, sexe, niveau social différents ont été regroupés pour avoir le maximum d'idées sur le produit en question. Il est mené par un animateur maîtrisant les thématiques et les enjeux de l'évaluation, les techniques d'animation de groupe et parlant la langue des participants. Les questionnaires lors du focus group sont basés sur la connaissance du produit, l'habitude/fréquence de consommation, le mode de consommation, l'attente des consommateurs vis-à-vis du produit. La séance dure environ 1 heure.



Figure 12: Focus group (Auteur)

IV.5. Analyse hédonique ou test consommateur

L'objectif de cette étude est de mesurer le plaisir et la satisfaction engendrés lors de l'utilisation ou de la découverte d'un produit et/ou d'évaluer l'acceptabilité des produits, les préférences des consommateurs. Ce test est utilisé pour les problèmes relatifs à la préférence. Les consommateurs sont différents de ceux pour l'épreuve descriptive car ils doivent être naïfs.

IV.5.1. Principe

Les tests d'acceptabilité ont été menés afin de connaître le *kitoza* le plus apprécié parmi les 2 échantillons sélectionnés lors de l'analyse descriptive.

IV.5.2. Mode opératoire

La durée de réalisation de la séance est de 15mn environ.

Quelques morceaux de chaque échantillon sont mis dans des soucoupes pour être goûtés par les panélistes : 100 consommateurs malgaches et 68 européens. Comme dans le test descriptif, les produits sont présentés de façon anonyme devant des consommateurs. Ces derniers étant différents des sujets utilisés lors de l'épreuve descriptive car ils doivent être naïfs.

Le sujet doit évaluer de gauche à droite et doit exprimer son avis sur le caractère agréable, sur une échelle de cotation de 1 à 9 en remplissant une fiche individuelle (Annexe 4 et 5).



Figure 13: Test consommateur (Auteur)

IV.5.3. Traitement des résultats

Le test est traité statistiquement par les moyennes des notes hédoniques en fonction de leurs écart-type (écart entre la note et la moyenne).

- Si l'écart est grand, les écarts entre les notes sont grands
- Si l'écart est petit, la moyenne représente bien l'ensemble des réponses.

I. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

L'aptitude d'un aliment à être consommable ou non est conditionnée par les résultats des analyses microbiologiques. Puisque nos produits finis sont destinés à la consommation, les analyses microbiologiques sont primordiales.

Les résultats des analyses ainsi que les critères microbiologiques de référence permettant de conclure sur l'innocuité de nos produits sont récapitulés dans le tableau 9.

Tableau 9: Charges microbiennes des échantillons

Germes	Charges microbiennes de BEBeho	Charges microbiennes de BZIvan	Charges microbiennes de BSVMaha	Charges microbiennes de BSVBongou	Critères microbiologiques de référence
FAMT	$8,59.10^3$ Log ufc/g	$8,96.10^3$ Log ufc/g	$9,62.10^3$ Log ufc/g	$10,83.10^3$ Log ufc/g	5.10^5 Log ufc/g
<i>E.Coli</i>	Absence/g	Absence/g	Absence/g	Absence/g	5.10^2 Log ufc/g
<i>Salmonella</i>	Absence /25g	Absence /25g	Absence /25g	Absence /25g	Absence dans 25g
Interprétations	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante	

(ufc : unité formant une colonie)

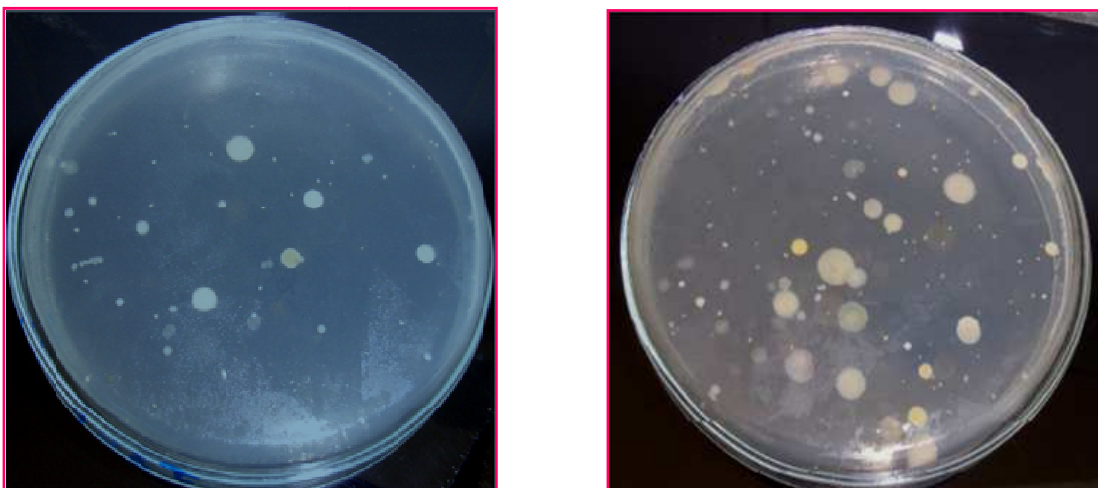


Figure 14: Aspect de la FAMT sur milieu PCA (Auteur)

Les échantillons analysés contiennent tous des FAMT ($8,59.10^3$ Logufc/g, $8,96.10^3$ Logufc/g, $9,62.10^3$ Logufc/g et $10,83.10^3$ Logufc/g) mais à des concentrations

inférieures aux critères microbiologiques de référence (5.10^5 Logufc/g). Ces échantillons ont une charge microbienne en *E.coli négative* et *Salmonella* est toujours absente. Ces résultats indiquent l'innocuité des quatre produits.

II. ANALYSES NUTRITIONNELLES ET PHYSICO-CHIMIQUES

II.1. Humidité et teneur en matière sèche

Le test de l'humidité a permis non seulement de connaître la teneur en eau de chaque échantillon, mais aussi de déterminer la teneur en matière sèche. Ces résultats sont consignés dans le tableau 10.

Tableau 10: Teneur en eau et en matière sèche

Echantillons	Humidité H% (g/100g de matière brute)	Teneur en matière sèche MS% (g/100g de matière brute)
BEBeho	56,24	43,76
BZIVan	62,96	37,04
BSVRMaha	67,12	32,88
BSVBongou	46,40	53,60
Viande de bœuf maigre (FAO, 1968 et Platt, 1962)	75	25

La teneur en eau du *kitoza* de bœuf fumé est variable car elle va de 46,4% à 67,12% avec une moyenne de 58,18% laquelle est strictement inférieure à celle de la viande de bœuf maigre (75%). Les *kitoza* BZIVan et BSVRMaha sont les plus riches en eau avec des teneurs en eau respectives de 62,96% et 67,12%. Ainsi, leurs teneurs en matière sèche (MS% = 37,04 et 32,88) sont plus faibles que celle de BEBeho (43,76%). Le *kitoza* BSVBongou est le moins humide avec un H%=46,40 et MS%=53,60.

On remarque que la teneur en matière sèche est égale à la différence entre la matière fraîche totale et la teneur en eau.

II.2. Teneur en protéines totales

Les dosages des protéines totales par la méthode de Kjeldhal ont donné les résultats

résumés dans le tableau 11.

Tableau 11: Teneur en protéines totales

Echantillons	Teneur en protéines totales (g pour 100g de matière brute)
BEBeho	33,25
BZIVan	32,25
BSVRMaha	29,40
BSVBongou	42
Viande de bœuf maigre (FAO, 1968 et Platt, 1962)	20,6

Les protéines totales varient de 29,40% à 42% avec une moyenne de 35,7% pour les échantillons de *kitoza* de bœuf fumés ce qui est largement supérieur à la teneur en protéine de la viande de bœuf maigre qui est de 20,6% (FAO/Platt). C'est le BSVBongou qui contient le plus de protéines (P%=42) à côté du BSVRMaha qui en contient le moins (P%=29,40).

II.3. Teneur en lipides totaux

Les résultats du dosage de lipides des *kitoza* sont récapitulés dans le tableau 12.

Tableau 12: Teneur en lipides des échantillons de *kitoza*

Echantillons	Teneur en lipides totaux (en g pour 100g de matière brute)
BEBeho	1,75
BZIVan	2,75
BSVRMaha	4,25
BSVBongou	7,25
Viande de bœuf maigre (FAO, 1968 et Platt, 1962)	3,8

Les lipides ne constituent qu'une petite proportion du *kitoza* car ils ne représentent que moins de 10% de l'échantillon brute. Cependant, la teneur en lipide varie d'un échantillon à l'autre car elle va de 1,75 à 7,25% avec une moyenne de 4%. Cette valeur est légèrement supérieure à celle de la viande maigre de bœuf (3,8%). Le BEBeho renferme le moins de lipides (L%=1,75) et le BSVBongou en contient le plus (L%=7,25).

II.4. Teneurs en cendres brutes

La calcination des échantillons a permis de dresser le tableau 13.

Tableau 13: Teneur en cendres brutes

Echantillons	Teneur en cendres brutes (g pour 100g d'échantillon brut)
BEBeho	21,90
BZIVan	21,04
BSVRMaha	21,78
BBongou	21,89

La teneur en cendres brutes est variable d'un produit à l'autre. Elle est de 21,04%, 21,78%, 21,89% et 21,90% respectivement pour BZIVan, BSVRMaha, BSVBongou et BEBeho. La moyenne calculée est de 21,65%.

II.5. Détermination de la valeur énergétique globale des échantillons

La valeur énergétique d'un aliment complète les informations sur la valeur nutritionnelle de ce dernier. La valeur énergétique moyenne des échantillons est représentée dans le tableau 14.

Tableau 14: Calories apportées par 100g de kitoza de bœuf fumé

Echantillons	Valeur énergétique totale (Kcal pour 100g d'échantillons)
BEBeho	156,75
BZIvan	153,75
BSVRMaha	155,85
BSVBongou	233,25
Viande de bœuf maigre (FAO, 1968 et Platt, 1962)	122

Chaque kitoza apporte une certaine quantité d'énergie qui va de 153,75Kcal à 233,25Kcal. La moyenne calculée qui est de 174,9Kcal pour 100g de produit est beaucoup plus élevée que la quantité d'énergie apportée par 100g de viande maigre de bœuf (122Kcal).

II.6. Teneur en sel

La détermination de la concentration en ions chlorures libres a permis de déterminer la teneur en sel des échantillons.

Tableau 15 : Teneur en sel

Echantillons	Teneur en sel (g/100g)
BEBeho	1,85
BZIvan	1,24
BSVBongou	2,28

Les kitoza ont des teneurs en sel variant de 1,24g/100g à 2,28g/100g d'échantillons avec une moyenne de 1,79g/100g.

II.7. Activité de l'eau

L'activité de l'eau de chaque échantillon est représentée dans le tableau 16.

Tableau 16 : Activité de l'eau

Echantillons	Aw
BEBeho	0,989
BZIVan	0,992
BSVBongou	0,967
Viande de bœuf maigre (FAO, 1968 et Platt, 1962)	0,990

L'activité de l'eau des *kitoza* varie de 0,967 à 0,992 avec une moyenne de 0,987. C'est le BZIVan qui présente une forte Aw (0,992) à côté du BSVBongou qui a la plus faible Aw (0,067).

II.8. pH

Les valeurs de pH des *kitoza* sont représentées dans le tableau 17.

Tableau 17 : pH des *kitoza*

Échantillons	pH
BEBeho	6,15
BZIVan	6,96
BSVBongou	5,2
Viande de bœuf maigre	5,5 à 5,9

Le pH des *kitoza* varie d'un échantillon à l'autre avec des valeurs qui vont de 5,2 à 6,96. La moyenne étant de 6,10. Cette valeur est plus élevée que celle du pH de la viande de bœuf maigre (5,5 à 5,9).

II.9. Acidité titrable

La titration par du NaOH a permis de déterminer l'acidité titrable des *kitoza* et les valeurs sont récapitulées dans le tableau 18.

Tableau 18 : Acidité titrable des *Kitoza*

Échantillons	Acidité Titrable (meq/100g)
BEBeho	12,06
BZIVan	8,38
BSVBongou	24,56

L'acidité titrable est très variable d'un échantillon à l'autre car elle va de 8,38meq/100g à 24,56meq/100g avec une moyenne de 15meq/100g.

II.10. Indice TBA

La peroxydation lipidique est mesurée par les indices TBA et les résultats sont récapitulés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Indice TBA

Echantillons	DO	MDA	Indice TBA (mg/Kg)
BZIVan	0,108	3,51	2,49
BSVBongou	0,044	1,67	1,10
BEBeho	0,076	2,59	1,70

Les indices TBA sont différents pour chaque kitoza et ils varient de 1,10mg/Kg à 2,49mg/Kg avec une moyenne de 1,76mg/Kg.

II.11. Teneur en phénols totaux

L'extraction des phénols par de l'éthanol a permis de déterminer la quantité de phénols contenue dans chaque kitoza.

Tableau 20 : Teneur en phénols

	DO	Qphénols (Tphénols (mg/100g)
BZIvan	0,42	13,21	2,63
BSVBongou	0,39	12,27	2,44
BEBeho	0,21	6,68	1,26

Les kitoza ont une teneur en phénols qui varient de 1,26mg/100g à 2,63mg/100g avec une moyenne de 2,11mg/100g de kitoza.

II.12. Teneur en acide D et L-lactiques

II.12.1. Teneur en acide D-lactique

Tableau 21 : Teneur en acide D- lactique

Echantillons	Teneur en acide D-lactique (g/100g)
BZIvan	0,01
BSVBongou	0,63
BEBeho	0,01

La moyenne des teneurs en acide D-lactique est de 0,22g/100g avec un minimum de 0,01g/100g et un maximum de 0,63g/100g.

II.12.1. Teneur en acide L-lactique

Tableau 22 : Teneur en acide L-lactique

Echantillons	Teneur en acide L-lactique (g/100g)
BZ Ivan	0,22
BSV Bongou	0,17
BE Beho	0,66

La moyenne des teneurs en acide L-lactique est de 0,35g/100g avec un minimum de 0,17g/100g et un maximum de 0,66g/100g.

III. ANALYSES SENSORIELLES

III.1. Tests de sélection

Après qualification, 18 sujets sont retenus pour les analyses sensorielles descriptives.

III.2. Analyses descriptives

Les résultats des analyses descriptives sont traités à l'aide des logiciels statistiques Excel et XLStat 6.0.

III.2.1. Génération de descripteurs et tri

120 descripteurs ont été générés par les panelistes. Après suppression des termes non pertinents, non précis, synonymes et hédoniques, 14 attributs de descripteurs sont retenus avec leur définition respective (Annexe 3). Les descripteurs retenus sont répartis en 5 groupes :

- Apparence : couleur, aspect humide, présence de gras, aspect fibreux et aspect grillé,
- Odeur : odeur fumée et odeur épicée,
- Texture en bouche : dureté, élasticité, texture fibreuse,
- Goût : goût épicé, goût salé, goût sucré,
- Arôme : arôme fumé.

III.2.2. Etude de la performance du panel

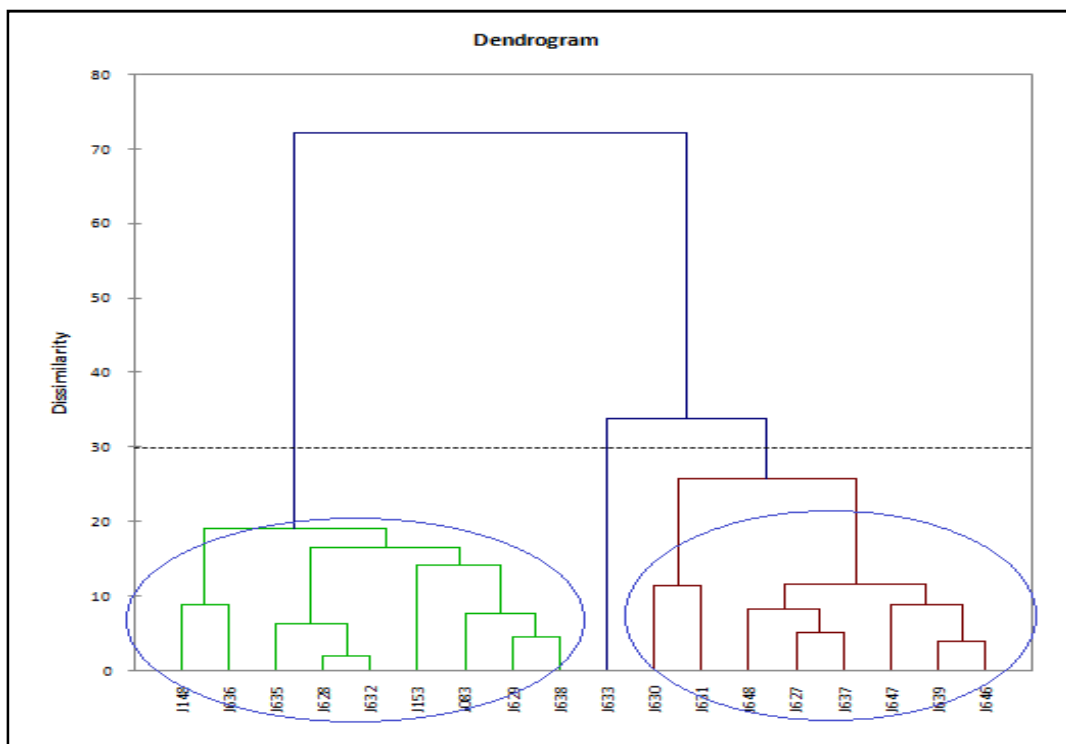


Figure 15: Classification ascendante hiérarchique (CAH) des jury

Avec :

J083 ; J148 ; J153 ; J627 ; J628 ; J629 ; J630 ; J631 ; J632 ; J633 ; J635 ; J636 ; J637 ; J638 ; J639 ; J646 ; J647 ; J648 : Codes juges

La CAH des jury permet de déterminer la dissimilarité des jury en termes de différences entre les produits et en terme de performance individuelle. De ce fait, les jury sont hétérogènes car ils peuvent être classés en 2 groupes sauf un jury qui est exclu. Ainsi, les jury ne sont pas consensuels donc pas performants.

III.2.4. Classification des *kitoza* selon la perception des descripteurs

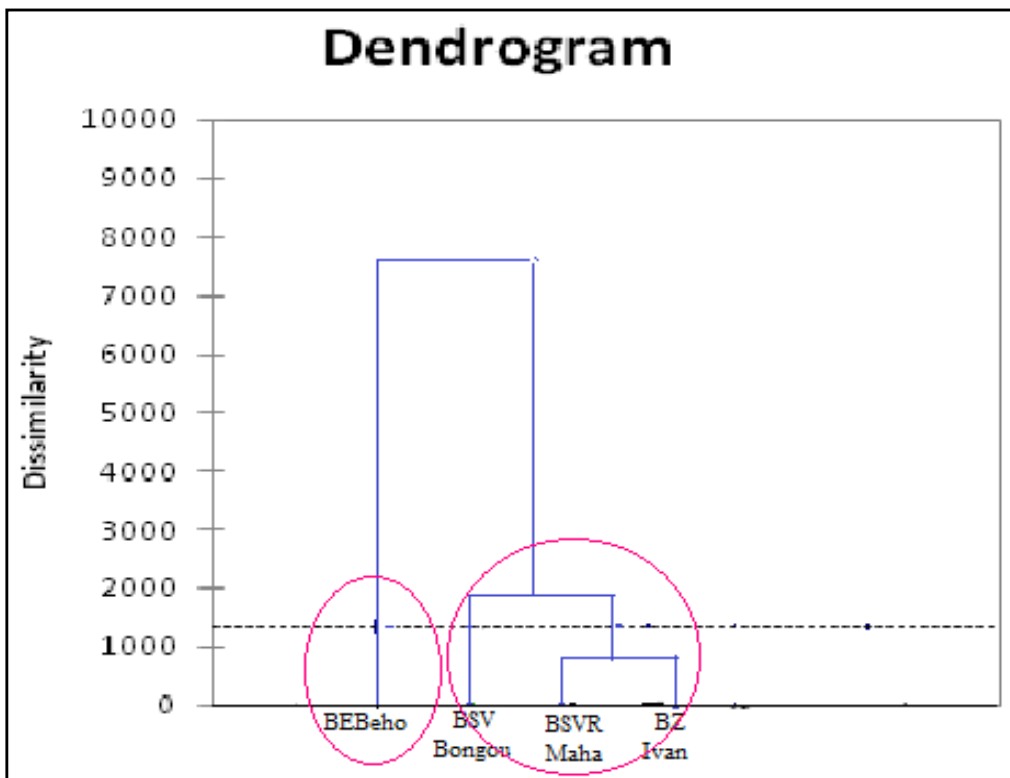


Figure 16: Classification ascendante hiérarchique (CAH) des *Kitoza*

D’après cette CAH, on peut classer les *Kitoza* en 2 grands groupes : le premier groupe est constitué par BEBeho et le deuxième groupe est constitué par le BSVBongou, BSVRMaha et BZIVan. Dans le deuxième groupe, on peut dire que ce sont BSVRMaha et BZIVan qui se ressemblent le plus. Ainsi, les 4 échantillons de *Kitoza* sont significativement différents les uns des autres.

III.2.4. Elaboration du profil sensoriel

Le profil sensoriel de chaque produit est obtenu à partir des moyennes de l’intensité de chacun des descripteurs de chaque produit (Tableau 14). Après mise en évidence des

différences significatives des descripteurs des *kitoza* par l'ANOVA, l'ACP des produits (figure 17) a permis de déterminer les profils sensoriels des 4 échantillons de *kitoza* fumé.

Tableau 23: Moyenne des intensités des descripteurs

Descripteur	BZIVan	BEBeho	BSVRMaha	BSVBongou
Odeur fumée	5,00	1,39	6,04	4,18
Odeur épicée	1,44	6,89	2,28	2,34
Couleur	6,14	6,54	5,69	6,48
Aspect humide	5,03	3,08	2,77	3,26
Présence de gras	0,67	0,47	0,32	0,49
Aspect fibreux	6,44	5,65	5,63	4,16
Aspect grillé	6,32	2,43	6,51	4,99
Dureté	7,03	2,37	5,84	4,36
Elasticité	6,86	2,68	5,31	4,46
Texture fibreuse	6,34	3,30	5,48	4,29
Goût épicé	2,04	6,36	2,17	3,17
Goût salé	3,69	4,09	4,29	5,00
Goût sucré	0,18	2,01	0,20	0,39
Arôme fumée	5,57	1,16	5,22	3,42

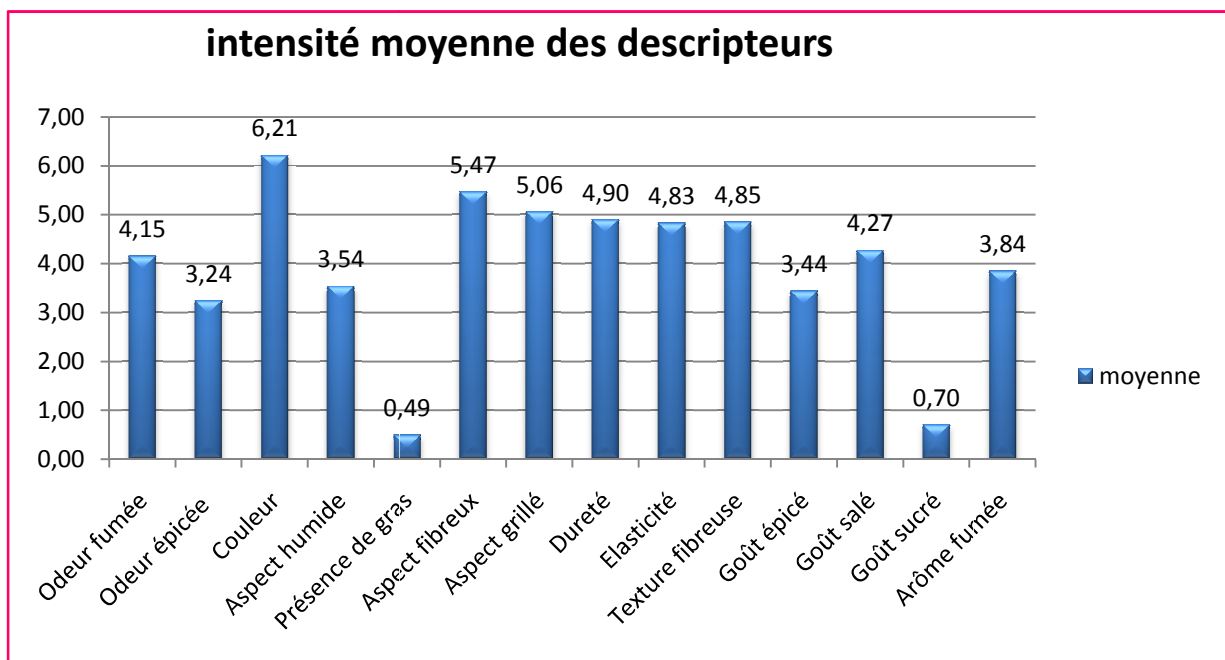


Figure 17: Histogramme représentant les intensités moyennes des descripteurs

Du point de vue apparence, les *kitoza* fumés de bœuf sont généralement de couleur foncée, d'aspect fibreux et grillé ; ils ne présentent presque pas de gras et sont peu humides. Quand on se réfère à l'odeur, les *kitoza* ont plutôt une odeur fumée qu'épicée. Pour la texture en bouche, les *kitoza* sont en général moyennement durs, élastiques et à texture fibreuse. Du côté du goût, ils sont plutôt salés que sucrés. Enfin, ils présentent un arôme peu fumé.

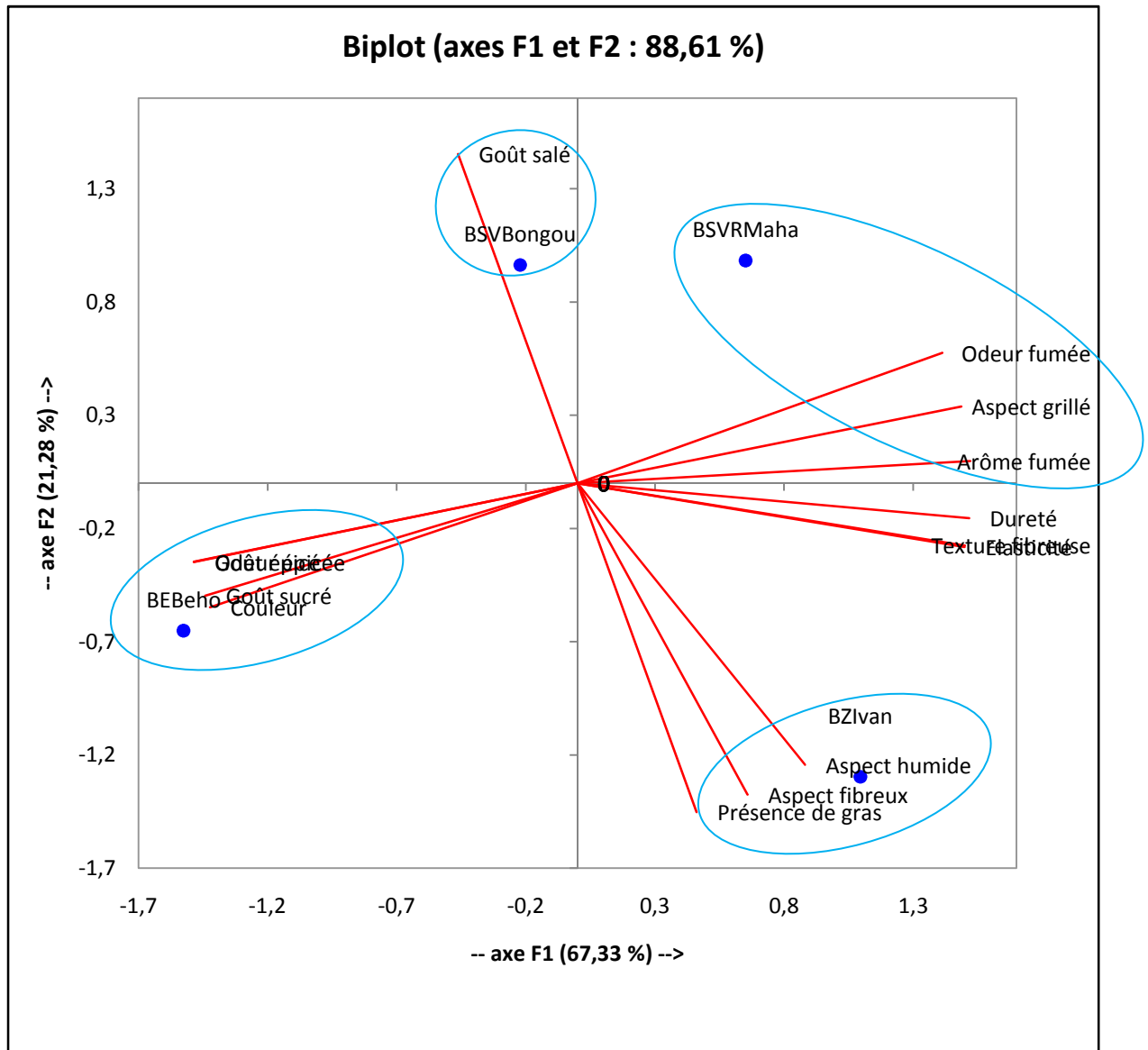


Figure 18: Analyse en composante principale (ACP) des *kitoza*

Les descripteurs odeur épicée, goût sucré, goût épicé et couleur sont corrélés et ils sont caractéristiques de BEBeho. Le goût salé est caractéristique du *kitoza* BSVBongou. Les descripteurs aspect humide, aspect fibreux et présence de gras sont corrélés et sont caractéristiques de BZlvan. Les descripteurs odeur fumée, aspect grillée et arôme fumé sont

corrélés et sont caractéristiques de BSVRMaha. Ce dernier et BZIVan se ressemblent par leur dureté, élasticité et texture fibreuse en bouche.

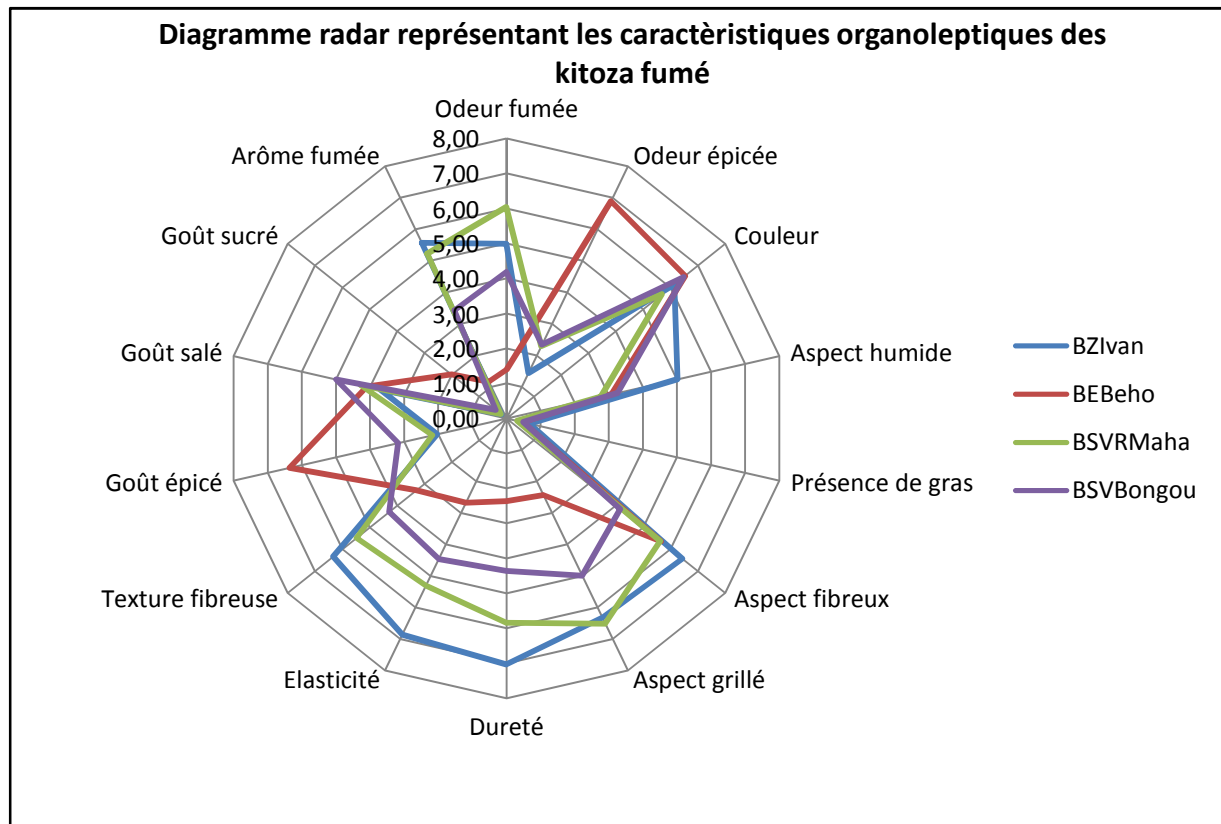


Figure 19: Profil sensoriel des *kitoza*

BEBeho a significativement la plus d'odeur épicée (moyenne=6.89), le plus de goût sucré (moyenne=2.01) et est significativement plus foncée (moyenne=6.54) si l'on se réfère à la couleur. BSVBongou est significativement le plus salé (moyenne=5.00). BSVRMaha présente plutôt une odeur fumée plus prononcée (moyenne=6.04), un aspect plus grillé (moyenne=6.51) et un arôme fumé prononcé (moyenne=5.22). BZIVan est significativement plus dur (moyenne=7.03), plus élastique (6.86), et a une texture plus fibreuse (6.34). Il présente aussi un peu plus de gras (moyenne=0.67) et se présente sous un aspect plus humide (moyenne=5.03) et plus fibreux (moyenne=6.44).

III.3. Focus group

Le focus group a permis d'établir les questionnaires pour l'analyse hédonique (Annexe 5).

III.4. Analyse hédonique

100 consommateurs malgaches et 68 consommateurs européens ont pu être testés. A partir des résultats du main-test, 2 échantillons provenant de 2 producteurs différents ont été sélectionnés pour l'analyse hédonique. Ce sont :

- Le *kitoza* de bœuf fumé de la charcuterie Estelle Behoririka (BE Beho)
- Le *kitoza* de bœuf fumé de la charcuterie Zazah Ivandry (BZ Ivan)

Le test d'acceptabilité a permis de connaître le produit le plus apprécié par les consommateurs Malgaches et les consommateurs Européens.

III.4.1. Tests sur les consommateurs Malgaches

Tableau 24: Moyenne de l'acceptabilité des produits par les consommateurs Malgaches

Kitoza fumé	Apparence	Goût	Acceptabilité globale
BEBeho	5,74	6,53	6,4
BZIVan	6,97	6,02	6,19

Après analyse de la variance (ANOVA) des moyennes des valeurs hédoniques V_h , les résultats consignés dans le tableau 16 montrent le groupe auquel appartient chaque *kitoza*.

Tableau 25: Classement et regroupement des groupements non significativement différent pour les *kitoza* de bœuf (consommateurs Malgaches)

Kitoza fumé	Moyenne V_h	Regroupement
BEBeho	6,39	A
BZIVan	6,19	A

Les 2 *Kitoza* ne sont pas significativement différents, c'est-à-dire que l'ils sont tous les deux autant appréciés l'un que l'autre. Les valeurs hédoniques supérieures à la moyenne 4,5 affirment l'acceptabilité des produits par les consommateurs malgaches.

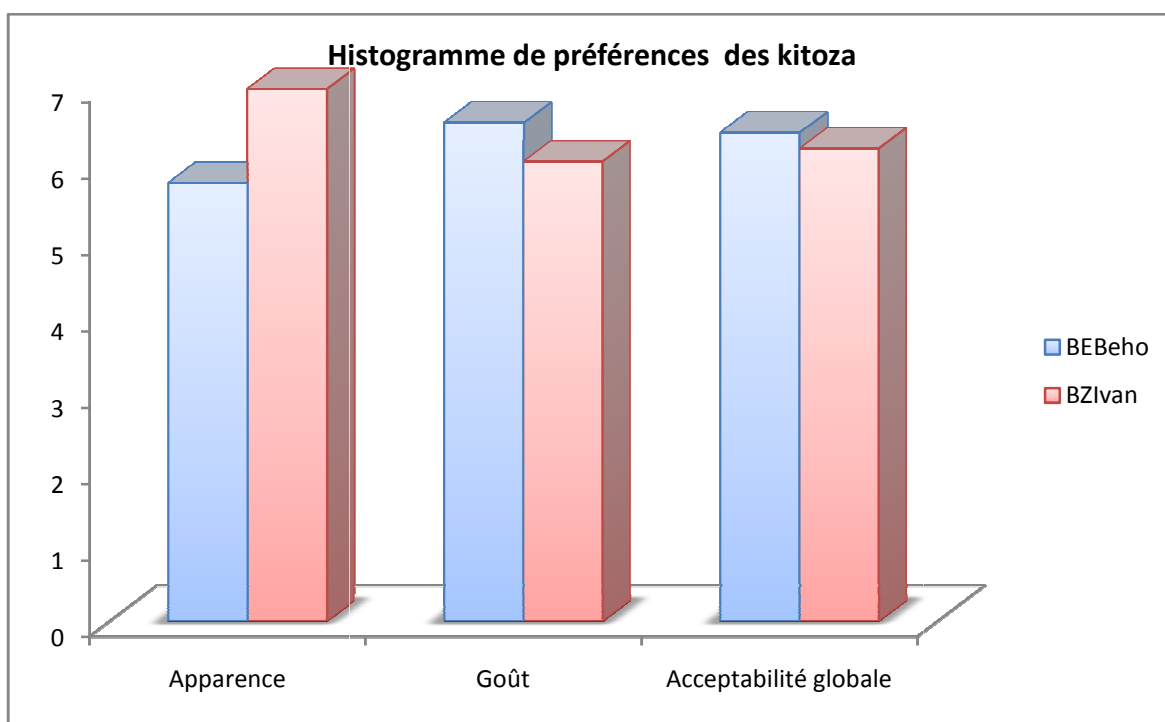


Figure 20: Histogramme de préférence des consommateurs Malgaches

Les valeurs hédoniques moyennes attribuées sont supérieures à la moyenne qui est de 4,5. Ces valeurs indiquent une acceptabilité des produits par les consommateurs malgaches. L'apparence de BZlvan (6,97) est significativement plus appréciée que celle de BEBeho (5,74) alors le goût de ce dernier (6,53) est le plus apprécié (6,02). Globalement, les consommateurs Malgaches ont une préférence pour les caractéristiques de BEBeho que celles de BZlvan avec des moyennes respectives 6,4 et 6,19.

III.4.2. Tests sur les consommateurs Européens

Tableau 26: Moyenne de l'acceptabilité des produits par les consommateurs Européens

	Apparence	Goût	Acceptabilité globale
BEBeho	6,26	6,92	6,79
BZlvan	6,72	6,18	6,45

Après analyse de la variance (ANOVA) des moyennes des valeurs hédoniques V_h , les résultats consignés dans le tableau 15 montrent le groupe auquel appartient chaque *kitoza*.

Tableau 27: Classement et regroupements des groupes non significativement différents (consommateurs Européens)

Kitoza fumé	Moyenne Vh	Regroupement
BEBeho	6,72	A
BZIVan	6,41	A

Les 2 Kitoza ne sont pas significativement différents, c'est-à-dire que l'un est tout autant apprécié que l'autre. Les valeurs hédoniques supérieures à la moyenne 4,5 (6,72 pour BEBeho et 6,41 pour BZIVan) affirment l'acceptabilité des produits par les consommateurs Européens.

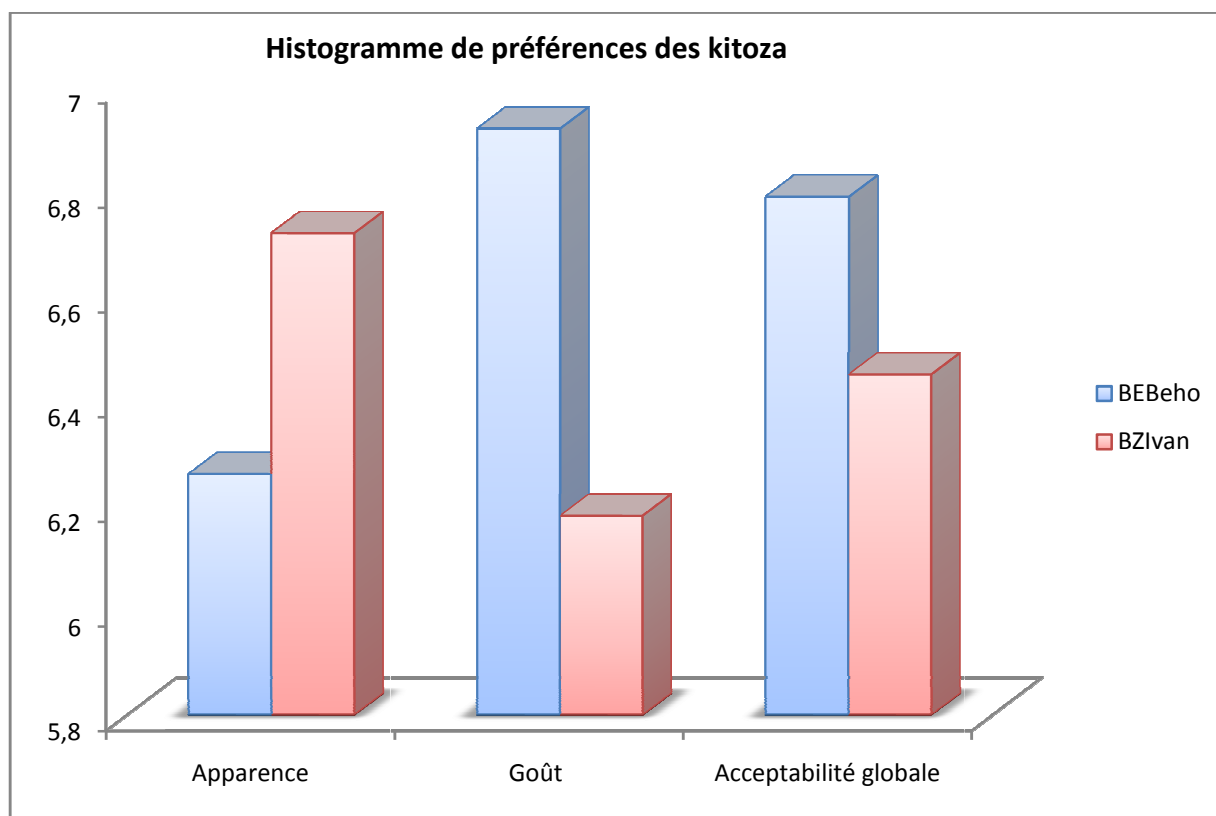


Figure 21: Histogramme de préférences des consommateurs Européens

Les valeurs hédoniques moyennes attribuées sont supérieures à la moyenne qui est de 4,5. Ces valeurs indiquent une acceptabilité des produits par les consommateurs Européens. Du point de vue apparence, BZIVan (6,72) est significativement apprécié que BEBeho (6,26) alors le goût de ce BEBeho (6,92) est significativement plus apprécié que celui de BZIVan (6,18). Globalement, les consommateurs Européens ont une préférence pour les caractéristiques de BEBeho que celles de BZIVan avec des moyennes respectives 6,79 et 6,45.

III.5. Etablissement de la carte des produits

III.5.1. Consommateurs Malgaches

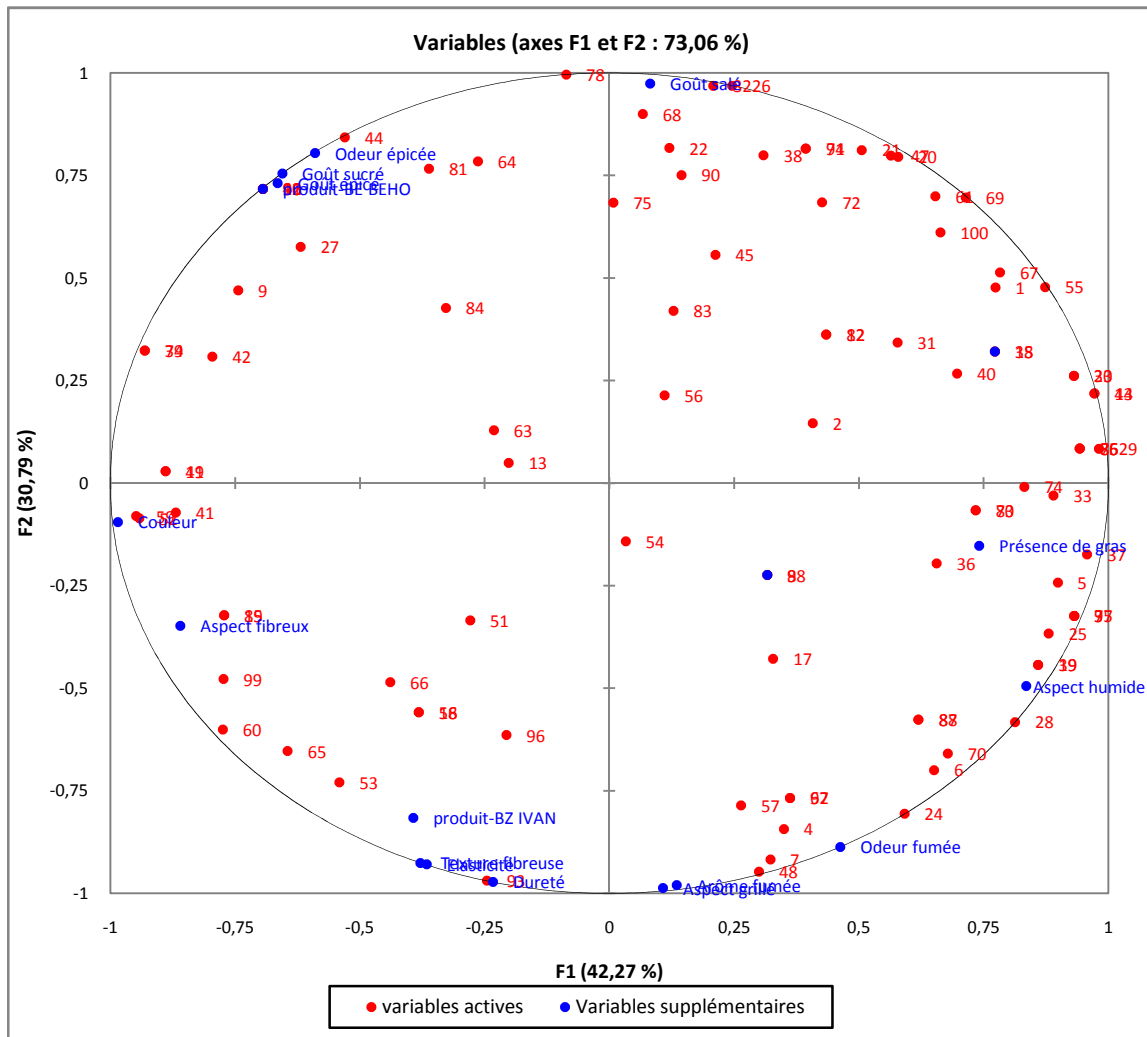


Figure 22: Cartographie de préférence des consommateurs Malgaches

La cartographie de préférence permet de corréler les résultats des analyses descriptives et ceux des analyses hédoniques afin d'établir une carte pour chaque produit.

Les consommateurs Malgaches ont une préférence pour l'odeur épicée, le goût épicé, le goût sucré et les *kitoza* tendres alors qu'ils ont une aversion pour les *kitoza* trop fumés, fades, durs et élastique et à texture fibreuse. Ainsi, il est confirmé que les consommateurs Malgaches ont une préférence pour les caractéristiques de BEBeho et une aversion pour celles de BZivan.

III.5.2. Consommateurs Européens

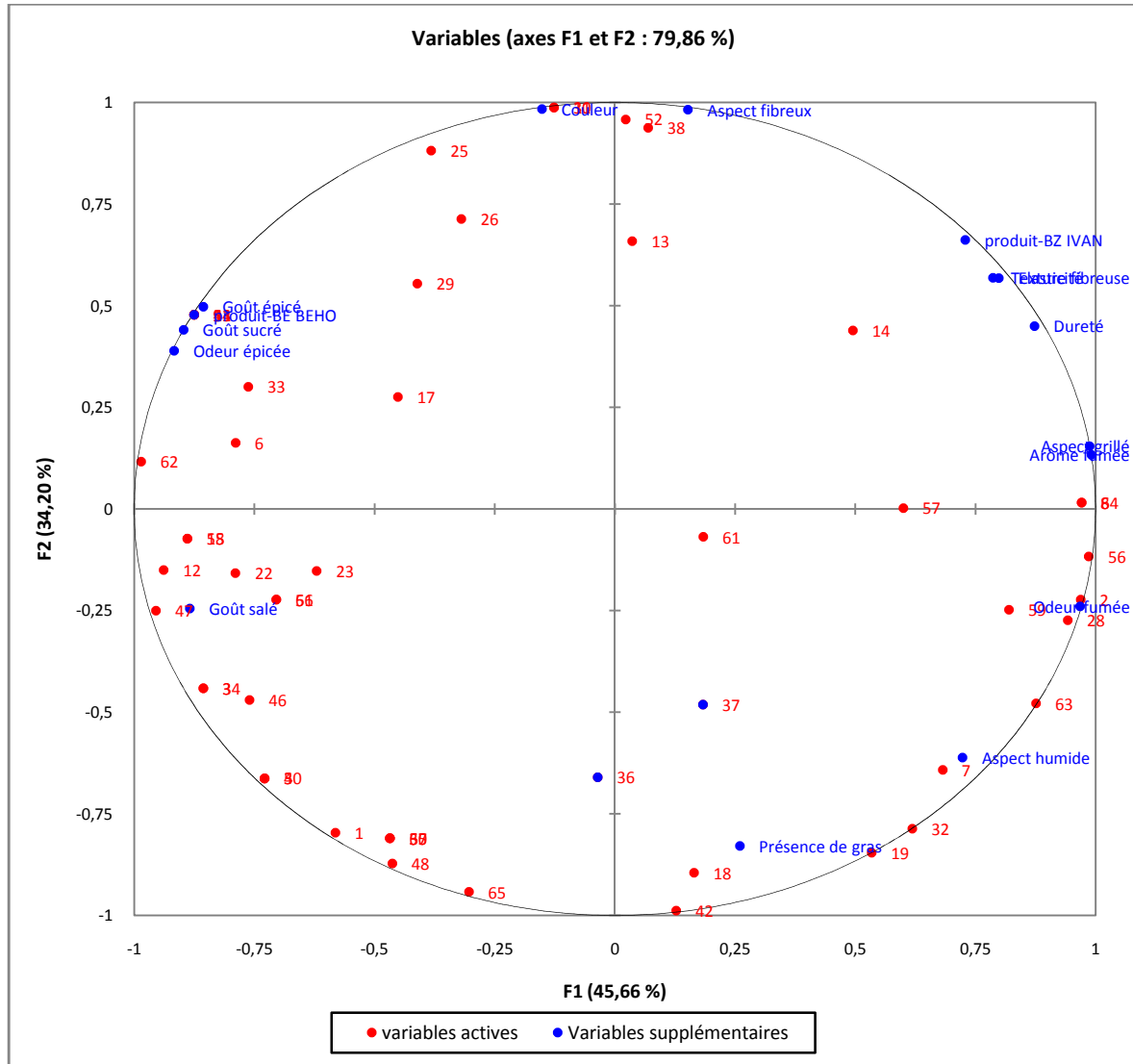


Figure 23: Cartographie de préférence des consommateurs européens

Les consommateurs Européens trouvent que BEBeho est meilleur du fait de son odeur épicée, son goût épicé et son goût sucré tandis qu'ils trouvent que BZIVan est surtout dur et élastique et est caractérisé par une texture fibreuse. Ainsi, il est confirmé que les consommateurs Européens ont une préférence pour BEBeho et une aversion pour BZIVan.

IV. CORRELATION ENTRE LES ANALYSES NUTRITIONNELLES ET LES ANALYSES SENSORIELLES

L'analyse factorielle multiple permet de déterminer l'influence de la teneur en nutriments sur les perceptions sensorielles d'un produit alimentaire.

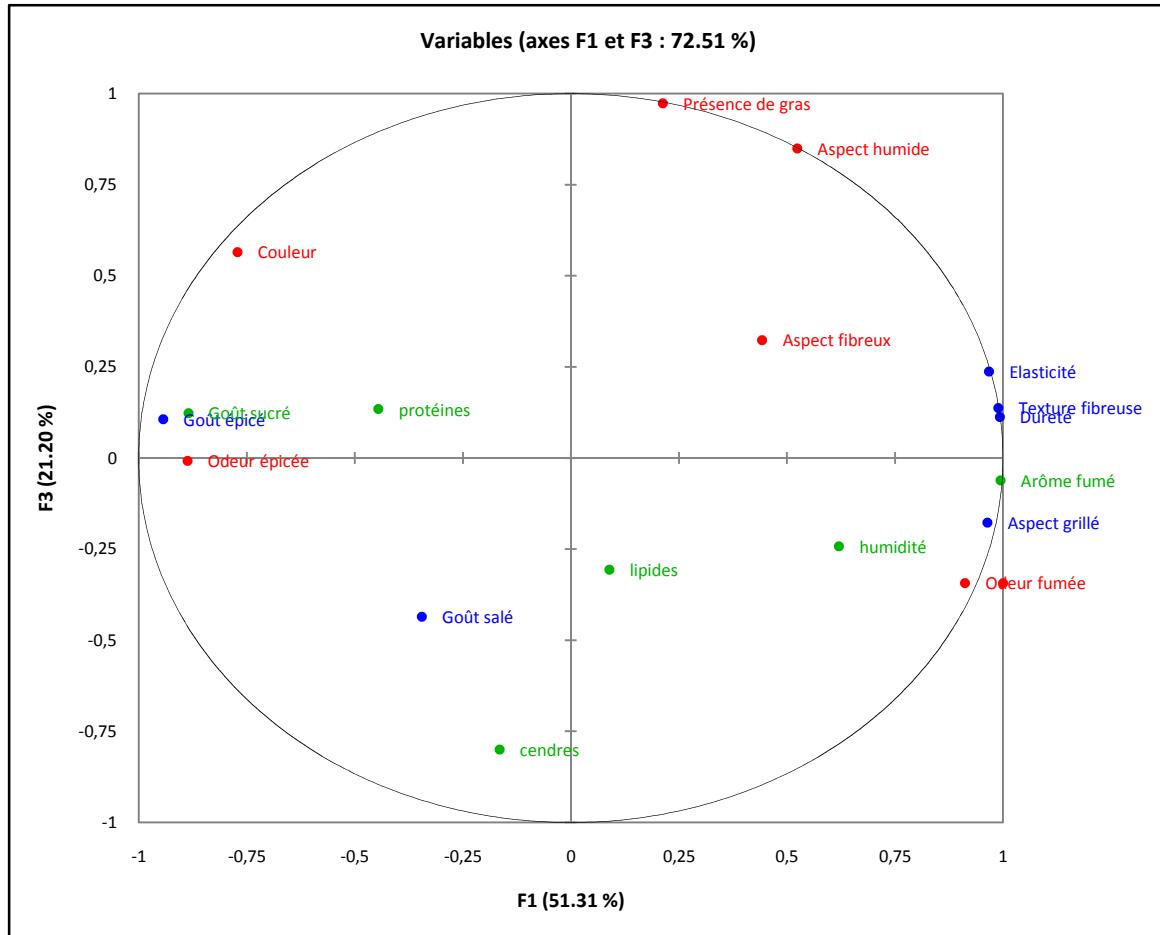


Figure 24: Analyse Factorielle Multiple des produits

Les *kitoza* à forte teneur en protéines présentent une couleur plus foncée, une odeur plus épicée, un goût plus épicé et un goût sucré. Ceux qui ont une teneur en eau élevée présentent une odeur plus fumée, un arôme plus fumé et un aspect plus grillé. Les *kitoza* qui sont riches en cendres sont caractérisés principalement par leur goût salé.

V. QUALITE MARCHANDE OU QUALITE D'USAGE

Plusieurs caractéristiques déterminent la qualité d'un produit. Les qualités nutritionnelles, sanitaires et organoleptiques ont été étudiées précédemment. Cependant, une des caractéristiques non négligeable est la qualité marchande ou qualité d'usage du produit. En effet, le rapport qualité/prix est primordial dans l'achat d'un produit pour estimer la qualité d'un produit alimentaire. Outre le prix, la disponibilité sur le marché et la facilité à préparer conditionnent la qualité d'usage. Ainsi, ces *kitoza* fumés peuvent être tous consommés tels quels ou un peu frits et ils sont tous vendus au centre de la ville d'Antananarivo.

Tableau 28: Lieux de vente des *kitoza* fumés

Kitoza fumé	Lieux de vente
BEBeho	Behoririka
BZlvan	Ivandry
BSVRMaha	Mahamasina
BSVBongou	67Ha

Tableau 29: Prix de vente des *kitoza* fumés

Kitoza fumé	Quantité (Kg)	Prix unitaire (Ar)
BEBeho	1	20000
BZlvan	1	25000
BSVRMaha	1	20000
BSVBongou	O, 150	7000 (\approx 47000/Kg)
Viande fraiche (Tranche fine ou entrecôte)	1	8000 à 10000

I. ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les concentrations des FAMT qui sont de $8,59.10^3$ LogUFC/g, $8,96.10^3$ LogUFC/g, $9,62.10^3$ LogUFC/g et $10,83.10^3$ LogUFC/g sont toutes en dessous du critère microbiologique de référence qui est de 5.10^5 LogUFC/g donc les quatre produits ne présentent pas de risque pour le consommateur.

Le *kitoza* est essentiellement contaminé par les germes de l'environnement (FAMT). Ces flores ne sont pas pathogènes mais leur rôle dans le mécanisme d'altération de la viande n'est pas négligeable. Le séjour prolongé à la température ambiante ainsi que l'exposition à l'air libre constitue deux facteurs majeurs de contamination et de multiplication de ces germes dans la viande. En effet, FAMT est un indicateur de l'état de fraîcheur et de l'hygiène générale de l'aliment. BOURGEOIS (1991) rapporte qu'une flore mésophile, nombreuse indique que le processus d'altération microbienne est fortement engagé bien qu'en fait il n'y ait pas de corrélation quantitative, de la flore totale et le temps qui s'écoule avant que l'altération soit perceptible organoleptiquement.

La présence d'*E. coli* dans un aliment prêt à consommer est un signe d'une présence potentielle de pathogènes entériques dans cet aliment et, de ce fait, rend ce dernier à risque pour la consommation humaine. Il représente des conditions hygiéniques faibles ou un traitement thermique insuffisant. Il ne devrait pas être détecté dans un aliment prêt à consommer même si une tolérance est permise. L'absence d'*E. coli* dans les *kitoza* indique que ces dernières ne présentent aucun risque pour le consommateur.

Les Salmonelles sont pathogènes pour l'homme. La présence de *Salmonella* dans l'aliment est intolérable. L'absence de *Salmonella* dans les échantillons est probablement liée à la non contamination fécale lors des différents traitements et de préparation du *kitoza*. La *Salmonella* est absente dans tous les échantillons de *kitoza*.

CONCLUSION SUR LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE

Les résultats, en comparaison avec les critères de référence, montrent que les *kitoza* ainsi fabriqués peuvent être consommés sans risque pour la santé du consommateur.

Ainsi, ces analyses microbiologiques nous ont permis de garantir que ces aliments parviendront aux consommateurs dans un état sain et intact.

II. ANALYSES NUTRITIONNELLES

D'une manière générale, plus de 40% des *kitoza* sont constitués par l'eau. Les restes sont attribués aux matières sèches qui correspondent aux protéines, lipides et cendres.

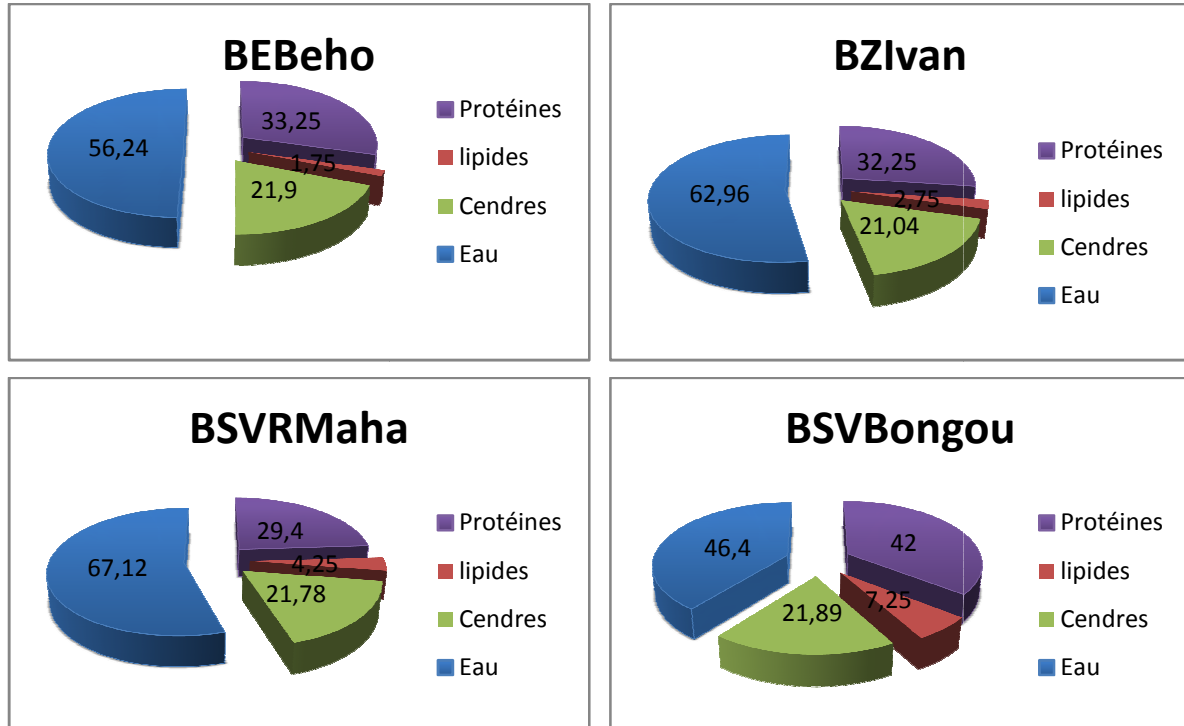


Figure 25: Teneur en différents constituants de chaque échantillon

II.1. Teneur en eau

Les teneurs en eau du *kitoza* de bœuf fumé sont de 58,18%. En effet, le *kitoza* fumé est un produit obtenu après fumage des lanières de viandes préalablement saumurées. De ce fait, le fumage en complément avec les autres opérations de préparation culinaire ont participé efficacement à la dessiccation du produit fini. La teneur en eau de la viande maigre de bœuf fraîche étant de 75% (FAO, 1968 et Platt, 1962).

L'eau, en tant qu'aliment, est nécessaire aux microbes. Comme dissolvant, elle est indispensable à toutes réactions vitales. La dessiccation du tissu musculaire, lorsqu'elle est suffisamment poussée arrête donc l'activité microbienne. La faible teneur en eau du *kitoza* par rapport à celle de la viande fraîche permet d'en confirmer encore que le *kitoza* est un produit microbiologiquement stable.

II.2. Teneur en protéines

Les teneurs en protéines des *kitoza* sont plus élevées que celle de la viande de bœuf

maigre fraîche avec des valeurs respectives de 35,5% et 20,6%. En effet, la diminution de l'humidité du *kitoza* fumé (75% d'humidité à 58,18%) est la principale raison de cette teneur élevée en protéines : plus la teneur en eau diminue, plus la teneur en matière sèche augmente. On peut dire alors que le *kitoza* de bœuf fumé est riche en protéine.

II.3. Teneur en lipides

Les teneurs en lipides des *kitoza* sont légèrement élevées (4%) par rapport à celle de la viande fraîche (3,8%). En effet, le fumage contribue à la diminution de la teneur en eau d'où l'augmentation de la teneur en lipides des *kitoza*.

II.4. Teneur en cendres

Les teneurs en cendres des *kitoza* sont autour de 21% avec une moyenne de 21,65%. On peut donc dire que ces *kitoza* fumés de bœuf sont très riches en cendres.

II.5. Teneur en sel

Les teneurs en sel sont en moyenne 1,79g pour 100 g de *kitoza*. En effet, le sel agit comme un déshydratant et, en diminuant l'activité de l'eau, il inhibe ainsi le développement des micro-organismes et stoppe les réactions enzymatiques. Dans la plupart des formules de fabrication des charcuteries, la dose moyenne de sel incorporée est de 1,8%. On peut alors conclure que les *kitoza* sont moyennement salés.

II.6. Activité de l'eau

L'activité de l'eau est en moyenne 0,987. L' A_w seuil en dessous de laquelle les microorganismes indésirables en charcuterie ne poussent pas, est de 0,94. En effet, plus l'activité de l'eau est élevée, plus la quantité d'eau libre est grande (1 étant le maximum), plus les micro-organismes se développeront. Ainsi, on peut dire que ces *kitoza* sont des aliments instables à haute teneur en eau.

II.7. pH

Le pH moyen des *kitoza* est de 6,10. Cette valeur est plus élevée que celle du pH de la viande de bœuf maigre (5,5 à 5,9) mais elle se rapproche de la neutralité. On peut dire alors que le *kitoza* fumé n'est pas un produit fermenté.

II.8. Acides lactiques

Après la saignée à l'abattoir, le pH de la viande s'abaisse et la viande devient l'objet de réactions chimiques très complexes débouchant sur la formation d'acides, dont l'acide lactique. De ce fait, la faible teneur en acides lactiques s'explique par le fait que puisque le pH des kitoza se rapproche de la neutralité, alors effectivement, il n'y a que de faible teneur d'acides lactiques formés.

CONCLUSION SUR LA QUALITE NUTRITIONNELLE ET PHYSICO-CHIMIQUE

Les résultats, en comparaison avec les valeurs nutritionnelles de la viande maigre de bœuf fraîche, permettent de dire que le *kitoza* est un produit très riche en protéines et en cendres. Ils fournissent une quantité d'énergie considérable largement supérieure à celle apportée par la viande de bœuf maigre. Ainsi, les analyses nutritionnelles permettent de conclure que ces *kitoza* nous apportent « du bon », et peuvent maintenir et améliorer notre santé.

Cependant, les teneurs en macronutriments ne sont pas équilibrées, il est donc préférable de le consommer avec des aliments contenant des glucides et des lipides.

III. ANALYSES SENSORIELLES

III.1. Analyses descriptives

III.1.1. Apparence (3)

La couleur des *kitoza* évolue de claire à foncée (de 5,69 à 6,48). En effet, la couleur est due surtout à la maturation de la viande : plus la viande est mature, plus sa couleur est rouge. Biochimiquement, la décoloration peut être due à une pigmentation de la viande suite à un certains nombres de réactions qui se produisent entre des corps chimiques à l'état vapeur (carbonyle par exemple) et les protéines qui forment des corps complexes de type mélanoidines (de couleur brune) comme il s'en produit dans les réactions de Maillard (Annexe 6). Ainsi, plus un produit est riche en protéines, plus l'intensité de sa couleur est forte, à fumage égale, d'un point de vue pratique. Si le produit contient peu d'eau, la couleur apparait avec un fumage à forte humidité. Par contre, à faible humidité, la couleur n'évolue pas. C'est le cas de BSVBongou qui présente une teneur en protéine élevée (42%), une teneur en eau égale à 46% et par conséquent une couleur plus foncée (6,48).

III.1.2. Odeur, goût et arôme (3)

Les *kitoza* sont différents selon leurs odeurs (fumée et épicée), leurs goûts (salé, sucré et épicé) et leurs arômes (fumés). Ces différences reposent non seulement sur l'ajout d'ingrédients mais aussi sur la fumée produite lors du fumage. En effet, la première action de la fumée sur un produit est de lui communiquer un arôme et un goût bien spécifique. Etant donné le grand nombre de composants dans la fumée, il est difficile de déterminer avec exactitude, le composant qui influence le goût. Entrent probablement en jeu, sous l'action de la chaleur, des réactions extrêmement complexes avec les composés de la viande (en particulier les protéines) qui conduisent à de nouveaux composés volatiles (type réaction de Maillard).

III.1.3. Texture (4)

La texture comprend : dureté, élasticité et texture fibreuse. En effet, le traitement de la viande par le sel induit une réduction de la teneur en eau et a par conséquent un impact sur la texture en plus de son rôle de garant de la sécurité microbiologique. La texture est aussi influencée par une interaction complexe entre microorganismes, type de sucre incorporé et additifs utilisés.

III.2. Analyses hédoniques

Les analyses hédoniques ont révélé que les 2 *kitoza* fumé de bœuf sont autant appréciés par les consommateurs Malgaches que les Européens. Concernant la préférence, les caractéristiques sensorielles de BEBeho sont significativement les plus appréciées par les Malgaches mais aussi par les Européens.

CONCLUSION SUR LA QUALITE ORGANOLEPTIQUE

Les *kitoza* fumés de bœufs sont appréciés non seulement par les consommateurs locaux mais également par les consommateurs européens. Le fumage affecte favorablement les qualités organoleptiques de la viande. On peut alors en conclure que ces *kitoza* fumés apportent « du plaisir » aux consommateurs.

IV. QUALITE MARCHANDE OU QUALITE D'USAGE

Le prix ainsi que la disponibilité au marché et la facilité à préparer sont les facteurs de choix déterminant pour la qualité d'usage d'un produit alimentaire mais donnent aussi une image de la qualité alimentaire.

Aussi, de par ces coûts de vente, on peut dire que les *kitoza* fumés sont largement plus chers que la viande fraîche elle-même du fait qu'au cours du fumage, le poids de la viande diminue (perte due à la dessiccation de la viande). Mais comme on dit : « c'est mieux, donc normal que ce soit cher » et « c'est plus cher donc sûrement c'est meilleur », les consommateurs se réfèrent cependant au rapport qualité/prix et un grand nombre d'entre eux achètent ces produits.

Par ailleurs, ces *kitoza* fumés peuvent être tous consommés tels quel ou un peu frits et ils sont tous vendus au centre de la ville d'Antananarivo.

Bref, cette étude, bien qu'elle soit encore incomplète, a permis de mettre en évidence la qualité alimentaire du *kitoza* fumé de bœuf. En effet, il a été confirmé que la qualité alimentaire du *kitoza* est conditionnée par :

- sa qualité hygiénique (microbiologique) : absence de microorganismes à risques tels les pathogènes et taux acceptables en matière de microorganismes d'altération ;
- sa qualité nutritionnelle : source de protéines et de cendres par excellence et teneur en d'autres nutriments considérables ;
- sa qualité organoleptique : caractérisée principalement par le descripteur fumé accepté par les consommateurs locaux et européens ;
- sa qualité marchande : coût de vente plus élevé, facilité à préparer et disponibilité sur le marché.

Des techniques en laboratoire de biochimie ont été acquises, notamment sur :

- Le renforcement des connaissances en microbiologie alimentaire ;
- La familiarisation aux méthodes de détermination des valeurs nutritionnelles
- La familiarisation aux méthodes de détermination de certains paramètres physico-chimiques et ;
- La mise en pratique des acquis sur l'analyse sensorielle

Toutefois, de nombreux paramètres restent encore à étudier. Ainsi, dans le cadre du projet AFTER, nous projetons de poursuivre ces études en :

- Déterminant la quantité et la qualité des acides aminés et des acides gras ainsi que des éléments minéraux constitutifs des *kitoza* ;
- Complétant les analyses microbiologiques avec les microorganismes caractéristiques de la viande ;
- Complétant les analyses physico-chimiques
- Effectuant des suivis de la qualité alimentaire en fonction de la durée de stockage et des analyses cinétiques de la qualité au cours du procédé de fabrication

Pour la réingénierie du procédé de fabrication, il faut adopter surtout des *kitoza* bien épiciés, bien salés, plus tendres, de couleur plus foncée et d'odeur moyennement fumée tant pour la consommation locale que l'exportation.

- ADRIAN, J., POTUS, J., FRANGINE, R., 1991. La science alimentaire de A à Z. Chaire de biochimie industrielle et agroalimentaire. *Conservatoire national des arts et des métiers*, 2è Ed. Paris : Lavoisier Tec&Doc 477p.
- AFNOR (Association française de normalisation), 1988. *Contrôle de la qualité des produits alimentaires : analyse sensorielle*. Publication de l'Association Française de Normalisation, 100-121.
- AUDIGIE, C., DUPONT, G., ZONZAIN, F., 1982. *Principe des méthodes d'analyse biochimique*. Tome 1, DOIN, Paris, 189p.
- BOUGES-MICHEL, C., GALEAZZI, G. *Diagnostic mycologique des champignons contaminants*. Technique et Biologie, 1992 ; Tome18 N°spécial ; 24p.
- BOURGEOIS, C.M., MESCLE, J.F., ZUCCA, J., 1991. *Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaires*. Paris : Technique et Documentation- Lavoisier ; 422p.
- CHEFTEL, J.C., CHEFTEL, H., 1990. *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments*. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier, Volume 1 :381p.
- CHEFTEL, J.C., CHEFTEL, H., 1990. *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments*. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier, Volume2 :419p.
- COIBION, L. 2008. *Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur*. Thèse Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- COLLIGNAN, A., SANTCHURN, S.J., ZAKHIA-ROZIS N., 2008. Dehydration of muscle foods. In: Hui Y. H., Clary C., Faid M., Fasina O., Noomhorn A. and Welti-Chanes J., editors. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. Destech Publications, Inc., Lancaster, Royaume-Uni. pp 721-744.
- COMELADE, E., 1990. *Technologie et hygiène alimentaire*, 7ème Edition. 1er Cahier. Jacques Lanore, Malakoff.
- CRAPELET, C., CRAPELET, P., CRAPELET, J., MEUNIER, 1995. *Nutrition, alimentation et sport*. Ed Vigot, Paris, 176p.
- DERACHE, R., 1986. *Toxicologie et sécurité des aliments*. Lavoisier, Paris, p131-145.
- DUPIN, H., CUQ, J., MALEWIAK, M., LEYNAUD-ROUAUD, C., BERTHIER, A., 1992. *Alimentation et nutrition humaines*. ESF, Paris, 1533p.
- DURAND, P., 1999. *Technologies des produits de charcuteries et des salaisons*. Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris, France.

- FAO (1968) et Platt (1962). Languel : *Codification descriptive des aliments*.
- FAO, 1998. Projections à moyen terme relatives à la viande jusqu'en 2005. Comité des produits, Groupe intergouvernemental sur la viande, Le Cap, République sud-africaine, 12 – 14 novembre.
- FAO, 1998. «Projections à moyen terme relatives à la viande jusqu'en 2005» Comité des produits. Groupe intergouvernemental sur la viande Le Cap (République sud-africaine), 12 – 14 novembre, [http://www.fao.org/docrep/meeting/w9501f.html#P98_730], (20 Juin 2007), 44 Kb.
- FAO, 2006. *Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande*. Rome, Italie.
- FAO. Food And Nutrition, 1996. Report of an FAO technical meeting, Paper Food Fortification: Technology and Quality Control, 60, 2nd Print. FAO, Rome.
- FAO/OMS, 1995. Contaminants et toxines dans les aliments. In : *Codex alimentarius*, disposition générale, 2ème éd. Rome, 1A : 213_214.
- F.A.O, 1970. Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. F.A.O., O.M.S., Rome, 218p.
- FOLCH, J., LEES, M. & STANLEY, G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
- GODON, B., LOISEL, W., 1991. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. *Analyse des constituants alimentaires*, 2è Ed. Tome 4 Paris : Lavoisier Tec&Doc, p 201 – 217
- JEANTET, R., CROGUENNEC, T., SCHUCK, P., BRULE, G., 2007. *Science des aliments volume 1*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, France.
- JOUVE, J.L., 1993. *La qualité microbiologique des aliments : maîtrise et critères*. Paris: Polytechnica; 394p.
- KNOCKAERT, C., 1990. *Le fumage du poisson*. IFREMER.
- LARPENT, J.P., 1997. Microbiologie des aliments : techniques de labo. Londres, Paris, New York : *Technique et documentation Lavoisier*, : 111-127.
- LAURENT, C., 1981. *Conservation des produits d'origine animale en pays chauds*. ACCT, Paris, France.
- LEISTNER, L., RODEL, W., 1976. The ability of intermediate moisture food with respect to microorganism. In: *Intermediate Moisture Foods*. Applied Science Publishers, London, Royaume Uni.

- LEVRAL, G., VIERLING, E., 1997. *Microbiologie et toxicologie des aliments : hygiène et sécurité alimentaires*, 2éd. Alsace-Lorraine : Doin éditeurs.
- LEWIS, H. E., MASTERTON, J.P., WARD, P.G., 1957. The food value of biltong (South African dried meat) and its use on expeditions. *British Journal of Nutrition* 11, (1) 5-12.
- MARCHAL, N. 1985. *Initiation à la microbiologie*. Paris : Bordas, 192p.
- MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 1999; *Etape d'acquisition de vocabulaires*
- MEYER, A., DEJANA, J., LECLERC, H., 1984. *Cours de microbiologie générale*. Paris, Doin éditeur, 309p.
- MINOR, L., RICHARD, C., 1998. *Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries*. Paris: Institut Pasteur, 217p.
- MURRAY, P.R., BARON, E.J., PFALLER, M., TENOVER, F.C., VULKEN, R.H., 1999. *Manual of clinical microbiology*, 7éd, ASM Press, Washington D.C., p1526- 1547.
- Nicod, I., 1998. Les sujets. Dans Depledt, F. *Evaluation Sensorielle - Manuel Méthodologique* (pp. 46-63). France : Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire.
- NM ISO 4833-2008 : *Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des microorganismes – Technique de comptage des colonies à 30°C* ; Rev (IC08.4.102) 13p
- NM ISO 6579-2008: *Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour la recherche des Salmonella spp* ; Rév (IC 08.0.103) 41p
- NOUT, R., HOUNHOUGAN, J., VAN BOEKEL, T., 2003. *Les aliments. Transformation, conservation et qualité*. Backhuys Publishers, Germany.
- OMS, 1968. *Les aspects microbiologiques de l'hygiène des denrées alimentaires*. OMS, Genève, Suisse.
- OMS. Rapport d'un groupe d'étude. *Maladies d'origine alimentaire : Méthode d'échantillonnage et d'examen dans les programmes de surveillance*. Genève : OMS (Organisation Mondiale de la Santé).Genève :1974. Série Rapport Technique, N°543.
- POMA, J.P., 1998. Le jambon sec et les petites salaisons. Ed Erti : *Science et technologie des métiers de bouche*, Paris, France.
- RAHAROLAHY, L., 2004. *Le bœuf dans la société traditionnelle malgache*.
- RAMAROSON, 2008 : *Recrutement, sélection, entraînement d'un panel descriptif et suivi des performances*.
- SCRIBAN, R., 1982 : *Les biotechnologies*. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier, 589p.

- SOUSSANA, 1990. *Encyclopédie de la Charcuterie*.
- VAN DER RIET, W.B., 1982. *Biltong a South African dried meat product*. Fleischwirtschaft 62, (8) 1000-1001.
- WEINMAN, S., MEHUL, P., 2004. *Toute la biochimie*. Dunod, Paris, 452p..
- WEIL, 1994. *Biochimie générale*, 7^{ème} édition. Masson, Paris, 572p.

e-bibliographie

- (1) <http://www.madagascar-vision.com/zebu/>.
- (2) Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.
- (3) <http://www-civ-viande.org>
- (4) <http://www.infocharcuteries.fr>

Annexe 1

RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES**Dénombrement de la FAMT**

	Dilution 10 ⁰	Dilution 10 ⁻¹	Dilution 10 ⁻²	Dilution 10 ⁻³	Dilution 10 ⁻⁴	Dilution 10 ⁻⁵
BSVBongou	>300	>300	>300	286	72	<30
BEBeho	>300	>300	>300	231	53	<30
BZlvan	>300	>300	>300	235	61	<30
BSVRMaha	>300	>300	>300	248	70	<30

Annexe 2

RESULTATS DES ANALYSES NUTRITIONNELLES**Teneur en protéine**

Echantillons	BEBeho	BZIVan	BSVRMaha	BBongou
1er dosage	1,715	1,575	1,61	1,995
2ème dosage	1,6625	1,6275	1,47	2,1

Teneur en lipides

Echantillons	BEBeho	BZIVan	BSVRMaha	BBongou
Lipides	1,75	2,75	4,25	7,25

Teneur en cendres

	1er dosage	2e dosage	3e dosage	moyenne
BEBeho	22,29	21,50	21,00	21,90
BZIVan	13,07	20,02	26,91	20,00
BSVRMaha	24,06	23,11	21,05	22,74
BBongou	21,83	21,32	17,33	20,16

Teneur en eau

	1ere mesure	2e mesure	3e mesure	moyenne
BEBeho	56,27	56,31	56,13	56,24
BZIVan	62,57	63,11	63,19	62,96
BSVRMaha	67,18	67,38	66,81	67,12
BBongou	46,53	48,10	44,58	46,40

Annexe 3

Tableau : Liste des descripteurs avec leur définition

Attribut sensoriel	Définition	Protocole de dégustation
Odeur fumée (faible à forte)	Odeur de feu de bois, de grillade	Soulever le verre en plastique qui recouvre les morceaux de viande, rapprochez-vous pour sentir l'odeur qui se dégage et noter l'intensité de l'odeur qui peut être faible jusqu'à forte.
Odeur épicée (aucune à forte)	Odeur d'épices ajoutés comme ingrédients à la viande (ail, poivre, gingembre ...)	
Couleur (claire à foncée)	La couleur de la chair de la viande devant vous peut aller d'une couleur claire (blanchâtre, rose clair) à une couleur foncée (marron foncé, pourpre, grenat).	Observer les morceaux de viande devant vous et noter si sa couleur est plutôt claire ou foncée ou présente une intensité intermédiaire.
Aspect humide (sec à juteux)	Visuellement, les morceaux de viande présentent en surface un aspect humide, juteux ou complètement sec.	Observer les morceaux de viande et noter si la chair vous paraît plus ou moins juteuse ou plutôt sèche.
Présence de gras (aucun à beaucoup)	Les morceaux de viande contiennent des parties grasses.	Observer les morceaux de viande et noter si la tranche est complètement maigre ou présente des parties grasses.
Aspect fibreux (lisse à fibreux)	Visuellement, la chair des morceaux de viande présente en surface un aspect lisse, homogène ou à l'opposé fibreux ou filandreux.	Observer les morceaux de viande et noter si la chair présente des filaments ou au contraire est plutôt uniforme, lisse.
Aspect grillé (pas à beaucoup)	Visuellement, les morceaux de viande présentent une surface extérieure grillée ou non.	Observer les morceaux de viande et noter si la « croute » est complètement grillée ou pas.
Dureté en bouche (tendre à dure)	A la mastication, la texture du morceau de kitoza apparaît moelleuse, souple, tendre ou au contraire dure, ferme, ou intermédiaire.	Lorsque vous mâchez le morceau de kitoza, noter la résistance du produit à la mastication ou au contraire la facilité à le mâcher.
Elasticité en bouche (aucune à forte)	A la mastication, la texture du morceau de kitoza apparaît plus ou moins caoutchouteuse, élastique ou pas du tout.	Au cours de la mastication, noter la sensation plus ou moins élastique du produit.
Texture fibreuse en bouche (aucune à forte)	En cours de mastication, le produit apparaît filandreux en bouche ou au contraire très homogène, lisse.	Percevoir en cours de mastication du produit la présence ou non de filaments de fibres en bouche avant d'avaler.
Goût épicé (aucun à fort)	Au cours de la mastication du produit, ressentez au moins un des épices ou ingrédients ajoutés au produit (ail, gingembre, poivre, umami ...)	Pendant la mastication ressentir la présence ou non d'épices en bouche. Se rincer la bouche avant d'évaluer le prochain descripteur de goût.
Goût salé (faible à fort)	Les morceaux de kitoza présentent un goût plus ou moins salé qui peut aller de faible à fort.	Pendant la mastication ressentir si le produit est salé ou pas. Se rincer la bouche avant d'évaluer le prochain descripteur de goût.
Goût sucré (aucun à fort)	Les morceaux de kitoza présentent ou non un goût sucré qui peut être plus ou moins prononcé.	Pendant la mastication ressentir si le produit est sucré ou pas. Se rincer la bouche avant d'évaluer le prochain descripteur de goût.
Arôme fumé (faible à fort)	Les morceaux de kitoza présentent après déglutition un arôme fumé plus ou moins prononcé.	Après avoir avalé le produit, noter si vous ressentez ou non un arôme fumé qui remonte vers le nez. Noter l'intensité qui peut aller de faible (ou aucune) à forte ou intermédiaire.

Annexe 4

Fiche d'information pour les analyses hédoniques et formulaire de consentement des participants



Université d'Antananarivo
Faculté des Sciences
Département de Biochimie fondamentale
et appliquée
BP 906 Antananarivo 101
Madagascar

Fiche d'information

Nous, l'équipe de la Faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo, menons une étude sur les méthodes de production/stockage/distribution et les méthodes de préparation/vente d'un produit carné malgache. Cette étude, entreprise dans le cadre d'une collaboration internationale en recherche et développement en technologie alimentaire, est financée par l'Union Européenne sous le titre : African Food Tradition Revisited by Research. Sept pays africains, dont Madagascar, sont impliqués dans ce projet. Les informations que vous nous fournirez permettront une meilleure compréhension des préférences de consommation de ce produit et servira à améliorer la qualité et la sûreté des aliments traditionnels africains pour les consommateurs en Afrique, en Europe et ailleurs.

Vous êtes invités à participer à cette étude. Votre contribution est fortement appréciée et pourra aider à introduire les aliments traditionnels africains auprès de nouveaux consommateurs et de nouveaux marchés. Vous allez être invités à tester des échantillons du produit et ensuite à compléter un questionnaire qui vous demande votre point de vue sur le produit testé.

Les informations que vous fournirez et qui seront collectées par écrit seront uniquement utilisées à des fins scientifiques et seront traitées de manière strictement confidentielle. Nous garantissons l'anonymat et les individus ne seront identifiés dans aucune publication ou dissémination des découvertes de l'étude. Les droits sur les savoirs et les méthodes autochtones sont protégés et vous ne renoncez à aucun droit ou réclamation légale du fait de votre participation.

Votre participation est volontaire et vous n'aurez aucune pénalité si vous ne souhaitez pas participer. Vous avez le droit de vous renseigner à propos de l'étude maintenant ou à n'importe quel autre moment durant votre participation auprès de l'enquêteur ou du superviseur de l'étude identifié dans le Formulaire de consentement.

Nous espérons que vous participerez à cette enquête. Si vous choisissez de participer, vous êtes libres d'abandonner à tout moment et ce, sans avoir besoin de donner une raison.

Si vous souhaitez participer à l'étude, il vous sera demandé de compléter et de signer le Formulaire de consentement de participation ci-joint.

Dr. Danielle Rakoto



Thème de recherche :	
Nom de l'enquêteur :	
Lieu:	
A compléter par le participant	
1. Avez-vous lu la fiche d'information de l'étude (ou : Est-ce que l'on vous a lu la fiche information de l'étude ?)	OUI / NON
2. Avez-vous compris sur quoi portait l'étude et ce qu'on attendait de votre participation ?	OUI / NON
3. Etes-vous allergiques au produit ou à l'un de ses composants ?	OUI / NON Si oui vous ne pouvez pas participer à l'étude
4. Si vous avez posé des questions avez-vous reçu des réponses satisfaisantes?	OUI / NON
5. Avez-vous compris que vous étiez libre d'abandonner à tout moment l'étude et ce sans donner de raison?	OUI / NON
6. Etes-vous d'accord pour participer à l'étude?	OUI / NON
Nom du participant en lettres majuscules:	
Signature	Date
Signature de l'investigateur	Date

Ce projet est supervisé par: Dr. Danielle RAKOTO

Université d'Antananarivo, Faculté des sciences

Contact dad.rakoto@yahoo.fr

Tel: 00 261 32 41 067 77 / 00 261 33 14 584 83

Annexe 5

Fiche de dégustation du kitoza : Questionnaire pour consommateur

Questionnaire – Kitoza fumé

Date (JJ/MM): ____ / ____ /2012 Heure: ____ / ____

Lieu de l'interview	
Enquêteur	
Consommateur	Prénom (s): _____ Nom: _____

(Note aux enquêteurs : les consommateurs auront à tester 5 échantillons qui seront présentés dans un ordre donné. Merci de respecter cet ordre.)

Ordre des échantillons:

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

APPARENCE

Code de l'échantillon				
9. Extrêmement agréable				
8. Très agréable				
7. Agréable				
6. Un peu agréable				
5. Ni agréable, ni désagréable				
4. Un peu désagréable				
3. Désagréable				
2. Très désagréable				
1. Extrêmement désagréable				

Concernant l'**apparence**,

- quel échantillon avez-vous préféré ?

Pourquoi ?.....

- quel échantillon avez-vous le moins aimé?

Pourquoi ?.....

Autres commentaires :

GOUT

Code de l'échantillon				
9. Extrêmement agréable				
8. Très agréable				
7. Agréable				
6. Un peu agréable				
5. Ni agréable, ni désagréable				
4. Un peu désagréable				
3. Désagréable				
2. Très désagréable				
1. Extrêmement désagréable				

Concernant le **goût**,

- quel échantillon avez-vous préféré ?

Pourquoi ?.....

- quel échantillon avez-vous le moins aimé?

Pourquoi ?.....

Autres commentaires :

ACCEPTABILITE GLOBALE DU PRODUIT

Code de l'échantillon				
9. Extrêmement agréable				
8. Très agréable				
7. Agréable				
6. Un peu agréable				
5. Ni agréable, ni désagréable				
4. Un peu désagréable				
3. Désagréable				
2. Très désagréable				
1. Extrêmement désagréable				

Concernant l'**acceptabilité globale**,

- quel échantillon avez-vous préféré ?

Pourquoi ?.....

- quel échantillon avez-vous le moins aimé?

Pourquoi ?.....

Autres commentaires :

INFORMATION SUR LE CONSOMMATEUR

(Note aux enquêteurs : Si le consommateur répond « je ne sais pas », ne laissez pas de case blanche, écrivez "999". S'il n'est pas possible de répondre, écrivez « 991 ». Dans tous les cas, ne laissez pas de case blanche)

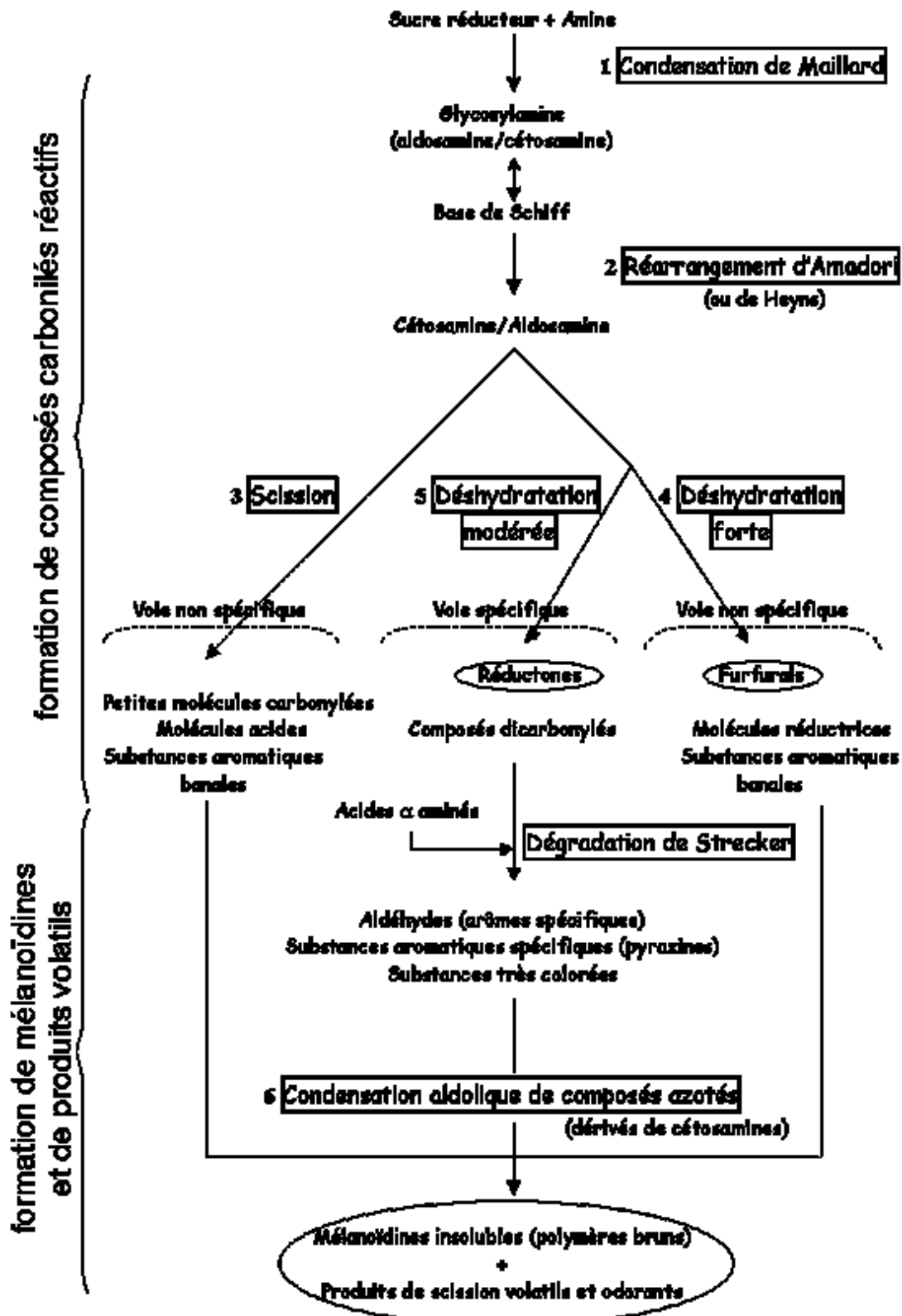
1	Nom	
2	Age	[1] 18 – 35 ans [4] 56 – 66 ans [2] 36 – 45 ans [5] Plus de 66 ans [3] 46 – 55 ans
3	Sexe	[1] Homme [2] Femme
4	Nationalité	
5	Situation dans le pays	[1] Résident [2] Touriste
6	Situation familiale	[1] Marié(e) [2] Célibataire [3] Autre (spécifiez)
7	Nombre d'enfants	
8	Niveau d'études	[1] Non scolarisé [3] Secondaire [2] Primaire [4] Supérieur
9	Activité professionnelle	[1] Salarié / employé [4] Etudiant [2] A son compte [5] A la retraite [3] Fonctionnaire [6] Sans emploi
10	Possédez-vous ?	[1] Un vélo oui [] non [] [1] Un scooter oui [] non [] [1] Une voiture oui [] non [] [1] Une TV oui [] non [] [1] Une maison (propriétaire) oui [] non [] [1] Un frigo oui [] non []
11	A quelle fréquence consommez-vous le Kitoza fumé?	[1] Jamais [2] Rarement [3] Une fois par mois [4] Une fois par semaine [5] Plusieurs fois par semaine [6] Tous les jours
12	A quel moment de la journée le consommez-vous ?	[1] Au petit-déjeuner [2] Au déjeuner [3] Au goûter [4] Au diner [5] A l'apéritif
13	Comment consommez-vous le plus souvent le kitoza fumé? (Si plusieurs réponses, les ordonner par ordre d'importance)	[1] Avec du riz vary sosoa [4] Avec du pain [2] Avec du riz vary amin'ny anana [5] Avec de la soupe chinoise [3] Avec du riz sec vary maina [6] Seul
14	Pourquoi consommez-vous le Kitoza fumé? (Si plusieurs réponses, les ordonner par ordre d'importance)	[1] Bon goût [2] Nutritif [3] Facile à préparer [4] Economique [5] Par habitude alimentaire

15	Quel type de kitoza fumé consommez-vous le plus ?	[1] Kitoza de porc [2] Kitoza de boeuf
16	Pourquoi préférez-vous ce type de kitoza fumé?	[1] Meilleur goût [2] Moins cher [3] Autre (spécifiez).....
17	A partir de quelle partie de viande préférez-vous que le kitoza fumé soit préparé ?	[1] Filet [2] Entrecôte [3] Tranche fine [4] Escalope [5] Bosse
18	Quel type de préparation de kitoza fumé préférez-vous ?	[1] Kitoza salé [2] Kitoza salé avec ajout d'ingrédients
19	Préférez-vous la viande de kitoza fumé (Plusieurs réponses possibles)	[1] Tendre [2] Dure [3] Lisse [4] Fibreuse [5] De couleur claire [6] De couleur foncée [7] Grillée [8] Peu grillée

Annexe 6

REACTION DE MAILLARD

Figure : Différentes étapes de la réaction de Maillard



Title: « Alimentary quality of the smoked beef *Kitoza* »

Author: Irène Maria ANDRIANARISON

Summary:

« *Kitoza* » is one of the traditional diets mostly encountered on the high lands part of Madagascar. It can be produced in a small or large scale by drying sliced beef or pork meat and by exposing them to the open air (local production) or putting them on a special oven (industrial production).

This study tries to determine how healthy those dried sliced beef are by judging their quality (sensorial and general qualities) and their nutritional contents so that their alimentary quality.

Through microbiological analysis, it has been found that *Kitoza* do not contain *Salmonella* and *E.coli* even though a high concentration of FAMT has been detected. These products are then judged healthy for the consumers.

As far as their nutritional contents are concerned, *Kitoza* contain low fat (4%) and high protein (35.5%). Their water and ash contents average 58.18% and 21.65% respectively and the products bring 174.9 kilocalories per 100g.

Fourteen (14) sensorial tests were used to establish the sensorial profile of *Kitoza* and the products are well accepted both in the domestic and European markets.

Price/quality ratio, average cost of sales, the availability on the market determined that *Kitoza* are products of good alimentary quality.

In general, the findings in this study show that *Kitoza* are healthy and do not harm consumers.

Key words: *Kitoza*, meat, alimentary quality, consumers, high lands

Advisor: Pr Julia Louise RAZANAMPARANY

Titre : « Qualité alimentaire du *kitoza* fumé de bœuf »

Auteur : ANDRIANARISON Irène Maria

Résumé :

Le Kitoza est un produit alimentaire traditionnel de Madagascar, et se retrouve plus particulièrement dans les hautes terres. Il est fait à partir de lanières de viande de bœuf ou de porc mises en saumure puis séchées à l'air libre (production locale) ou fumées au dessus d'un feu dans un foyer (production industrielle).

L'étude a porté sur la détermination de la qualité hygiénique, qualité nutritionnelle, qualité organoleptique et la qualité marchande afin de juger la qualité alimentaire du kitoza fumé de bœuf.

Il a été démontré lors des analyses microbiologiques que les kitoza analysés sont exempts de *Salmonella* et d'*E.coli* même si des concentrations en FAMT significativement en dessous du critère microbiologique de référence ont été détectées. Ces produits sont donc sains et ne présentent pas de risque pour les consommateurs.

Les analyses nutritionnelles ont montré que le kitoza contient une potentielle teneur en protéines (P=35,5%) et une faible teneur en lipide (4%). Sa teneur en eau est en moyenne 58,18% et la teneur en cendres brutes est de l'ordre de 21,65%. Ils fournissent 174,9Kcal pour 100g de produit.

Concernant la qualité sensorielle, 14 descripteurs sensoriels ont permis d'établir le profil sensoriel de chacun des kitoza. Les kitoza fumés sont acceptés autant par les consommateurs malgaches qu'européens.

Le rapport qualité/prix, le coût de vente élevé, la disponibilité sur le marché, et la facilité à préparer ont permis d'estimer la qualité marchande du kitoza fumé.

Ainsi, les résultats de cette étude démontrent que les kitoza fumés de bœufs étudiés peuvent être consommés comme étant un produit de bonne qualité alimentaire.

Mots clés : Kitoza, viande, fumage, qualité alimentaire, consommateurs, hautes terres

Encadreur : Pr RAZANAMPARANY Julia Louisette

