



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU
DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES EN SCIENCES DE LA VIE
Option : (Biochimie) Biochimie appliquée aux Sciences Médicales

PRODUCTION, VENTE ET CONSOMMATION DU KITOZA DANS LA PROVINCE D'ANTANANARIVO QUALITE DU KITOZA DE PORC

Présenté par :

ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina

Maître ès-Sciences

Soutenu le 30 Avril 2012 devant la commission d'examen composée de :

Président : Professeur RALISON Charlotte
Rapporteur : Docteur RAKOTO-RANOROMALALA Danielle A. Doll
Encadreurs : Professeur JEANNODA Victor
: Docteur ARNAUD Elodie
Examineurs : Professeur RAHERIMANDIMBY Marson
: Docteur RAMAMONJISOA Daniel

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au Laboratoire de Biotechnologie et Microbiologie (LABMIC), Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition (LABASAN) au sein du Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée de la Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo et au Laboratoire de la recherche agro-alimentaire du CIRAD à La Réunion, dans le cadre du projet AFTER (African Food Tradition rEvisited by Research) financé par l'Union Européen.

La réalisation d'un mémoire est loin d'être un exercice individuel. En effet, sans le soutien et la contribution de nombreuses personnes, ce travail n'aurait pu aboutir.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à :

- Monsieur le Professeur Victor JEANNODA, encadreur de mon stage, qui n'a pas ménagé ses efforts pour me conseiller et diriger mes travaux malgré ses nombreuses occupations ;
- Madame le Docteur Danielle A. Doll RAKOTO-RANOROMALALA, Chef de Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, rapporteur de ce mémoire qui m'a accueilli au sein de son département. Elle n'a ménagé ni son temps, ni sa patience, ni ses judicieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail ;
- Madame le Docteur Elodie ARNAUD, chercheur du CIRAD, La Réunion co-encadreur, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire, ainsi que pour son aide quotidienne, sa disponibilité et ses conseils au cours de ces trois mois de stage ;
- Madame le Professeur Charlotte RALISON, qui me fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire malgré ses multiples obligations ;
- Monsieur le Professeur Marson RAHERIMANDIMBY et Monsieur le Docteur Daniel RAMAMONJISOA qui ont aimablement accepté de siéger en tant que membres de jury et nous consacrer une partie de leur précieux temps dans l'évaluation de ce travail.

Je tiens à remercier très sincèrement Monsieur Dominique PALLET, Coordinateur du projet AFTER, pour m'avoir intégré dans son projet ainsi que pour le temps qu'il a consacré à la lecture et à la correction de ce travail.

Je tiens également à remercier Madame le Docteur SARTER Samira, chercheur-microbiologiste du CIRAD et Franck Yvon RASOLOHARIJAONA, thésard au département de Biochimie fondamentale et appliquée pour leur encadrement et les conseils très intéressants qu'ils m'ont donnés au cours des analyses microbiologiques.

Mes vifs remerciements vont également à Mademoiselle Charlène DESBY, technicienne au laboratoire du CIRAD à La Réunion pour son encadrement, et son aide très précieuse au cours de ces trois mois de stage. Merci pour ta disponibilité, tes conseils, tes encouragements et ton enseignement.

Ma profonde reconnaissance est destinée à toute l'équipe du laboratoire du département de Biochimie fondamentale et appliquée, en particulier Monsieur le Docteur Hanitra Ranjàna RANDRIANARIVO pour leurs conseils et leur aide.

Merci à toute l'équipe du CIRAD La Réunion et aux stagiaires pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont réservé et les bons moments passés ensemble qui resteront inoubliables.

Je témoigne également ma profonde gratitude à toute ma famille qui illumine mes journées en toutes circonstances et pour le soutien financier.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
GLOSSAIRE	i
LISTE DES ABREVIATIONS	ii
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iv
LISTE DES ANNEXES	v
INTRODUCTION	1
1^{ère} PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
1. Généralités sur le kitoza	3
1.1. Origine du produit.....	3
1.2. Transformation traditionnelle de la viande en kitoza.....	3
1.2.1. Les matières premières et les additifs	3
1.2.2. Description de la méthode de production.....	3
2. Moyens de conservation de la viande en régions chaudes	3
2.1. Séchage.....	4
2.2. Salage.....	5
2.2.1. Généralités.....	5
2.2.2. Techniques de salage.....	6
2.3. Fumage.....	6
2.3.1. Généralités.....	6
2.3.2. Types de fumage	7
2.3.3. La fumée.....	7
2.3.3.1. Composition physique.....	8
2.3.3.2. Composition chimique.....	8
2.3.4. Action de la fumée sur la viande.....	8
2.3.4.1. Action organoleptique.....	8

2.3.4.2. Action chimique.....	9
2.3.4.3. Action bactériologique.....	9
2.3.4.4. Action toxique.....	9
2.3.5. Paramètres influençant le dépôt de la fumée sur la viande.....	9
2.3.5.1. Humidité du produit à fumer.....	9
2.3.5.2. Humidité relative du fumoir.....	10
2.3.5.3. Circulation et température de l'air.....	10
2.3.5.4. Densité de la fumée.....	10
2.3.6. Exemples de viandes fumées.....	11
2.4. Conservation	11

2^{ème} PARTIE : MATERIELS ET METHODES

1. Enquêtes sur la production, la vente et la consommation du kitoza dans la province d'Antananarivo.....	12
1.1. Déroulement de l'enquête.....	12
1.2. Analyse des données.....	12
2. Caractérisation des produits finis	
2.1. Prélèvement des échantillons.....	12
2.2. Préparation des échantillons.....	13
2.3. Analyses physico-chimiques.....	14
2.3.1. Préparation des échantillons.....	14
2.3.2. Détermination de la teneur en eau.....	14
2.3.2.1. Principe.....	14
2.3.2.2. Mode opératoire.....	14
2.3.2.3. Méthode de calcul.....	15
2.3.3. Détermination de la teneur en sel	15
2.3.3.1. Principe.....	15

2.3.3.2. Mode opératoire.....	15
2.3.3.3. Méthode de calcul.....	15
2.3.4. Mesure de l'activité de l'eau	16
2.3.4.1. Principe.....	16
2.3.4.2. Mode opératoire.....	16
2.3.4.3. Méthode de calcul.....	16
2.3.5 Détermination de la teneur en lipides.	16
2.3.5.1. Principe.....	16
2.3.5.2. Mode opératoire.....	16
2.3.5.3. Méthode de calcul.....	17
2.3.6 Détermination de la teneur en protéines.	17
2.3.6.1. Principe.....	17
2.3.6.2. Mode opératoire.....	18
2.3.6.3. Méthode de calcul.....	18
2.3.7. Détermination de la teneur en phénols totaux.....	19
2.3.7.1. Principe.....	19
2.3.7.2. Mode opératoire.....	19
2.3.7.3. Méthode de calcul.....	19
2.3.8. Mesure du pH et de l'acidité titrable.....	20
2.3.8.1. Principe.....	20
2.3.8.2. Mode opératoire.....	20
2.3.8.3. Méthode de calcul.....	20
2.3.9. Détermination des teneurs en acides D- et L-lactique.....	21
2.3.9.1. Principe.....	21
2.3.9.2. Mode opératoire.....	21
2.3.9.3. Méthode de calcul.....	21

2.3.10. Mesure de l'indice TBARS.....	22
2.3.10.1. Principe.....	22
2.3.10.2. Mode opératoire.....	22
2.3.10.3. Méthode de calcul.....	23
2.4 Analyses microbiologiques.....	23
2.4.1. Préparation de la solution-mère et des dilutions.....	23
2.4.2. Préparation des milieux de culture.....	24
2.4.3. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FAMT).....	24
2.4.3.1. Principe.....	24
2.4.3.2. Mode opératoire.....	24
2.4.3.3. Méthode de calcul.....	25
2.4.4. Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> β -glucuronidase positive.....	25
2.4.4.1. Principe.....	26
2.4.4.2. Mode opératoire.....	26
2.4.4.3. Méthode de calcul.....	26
2.4.5. Recherche des salmonelles.....	26
2.4.5.1. Principe.....	26
2.4.5.2. Mode opératoire.....	27
2.4.6. Isolement des Staphylocoques à coagulase négative.....	28
2.4.6.1. Principe.....	28
2.4.6.2. Mode opératoire.....	28
2.4.7. Isolement des bactéries lactiques.....	29
2.4.7.1. Principe.....	29
2.4.7.2. Mode opératoire.....	29
2.5. Analyses statistiques.....	30

3^{ème} PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Enquêtes sur la production, la vente et la consommation du kitoza dans la province d'Antananarivo.....	31
1.1. La production du kitoza.....	31
1.1.1. Les différents types de kitoza et les ingrédients utilisés.....	31
1.1.2. Les différents types de fumoir.....	32
1.1.3. La commercialisation du kitoza.....	33
1.2. La consommation du kitoza.....	34
1.2.1. Les différents types de plats consommés avec le kitoza.....	34
1.2.2. La fréquence de consommation du kitoza.....	35
1.2.3. Diagramme de fabrication des kitoza salés/fumés et salés/séchés.....	35
2. Caractéristiques des produits finis.....	37
2.1. Caractéristiques physico-chimiques.....	37
2.1.1. Teneur en eau.....	38
2.1.2. Teneur en sel	39
2.1.3. Activité de l'eau	40
2.1.4. Teneur en lipides totaux	40
2.1.5. Teneur en protéines	41
2.1.6. Teneur en phénols totaux.....	41
2.1.7. pH.....	42
2.1.8. Acidité titrable.....	43
2.1.9. Teneurs en acides D- et L-lactiques.....	43
2.1.9.1. Acide D-lactique.....	43
2.1.9.2. Acide L-lactique.....	43
2.1.10. Indices TBARS.....	44
2.2. Caractéristiques microbiologiques.....	44
2.2.1. Flore aérobie mésophile totale.....	44
2.2.2. <i>Escherichia coli</i> β - glucuronidase positive.....	46

2.2.3. Salmonelles.....	47
2.2.4. Staphylocoques à coagulase négative et les bactéries lactiques.....	48
3. Discussion générale.....	48
4^{ème} PARTIE : CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	53
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	
SUMMARY	
RESUME	

GLOSSAIRE

Appertisation	:	Traitement thermique qui consiste à stériliser par la chaleur des denrées périssables dans des contenants hermétiques aux liquides ou aux gaz.
Biltong	:	Viande de bœuf ou de venaison salée et séchée d’Afrique du Sud.
Carne de sol	:	Viande de bœuf séchée au soleil de la cuisine brésilienne.
Cecina	:	Viande de bœuf salée et séchée d’Amérique.
Charmoute	:	Viande de bœuf ou de gibier séchée du Tchad.
Charqui	:	Viande de bœuf salée et séchée du Brésil.
Fokontany	:	Groupe de quartiers.
Hygrométrie de l'air	:	Taux d'humidité de l'air.
Jaka	:	Viande conservée dans la graisse.
Kaddid	:	Viande de bœuf ou de mouton salée, séchée et fermentée marocaine.
Kilichi	:	Viande de bœuf séchée au soleil, enrobée dans une sauce ou de l'huile d'arachide puis grillée du Sahel.
Maskita	:	Viande des côtes malgaches qui correspond plus ou moins au kitoza par un procédé de séchage au soleil ou par fumage au feu de l’âtre.
Parage	:	Technique qui consiste à enlever les parties non présentables des morceaux de viande et à préparer celle-ci pour la cuisson et/ou la mise en conserve.
Pastirma	:	Viande de bœuf séchée au soleil et enrobée dans une pâte rouge faite d'épices, ail, piment rouge. Elle est produite et consommée en Europe de l'Est et au Moyen-Orient.
Pyrolyse	:	Décomposition thermique d’un corps organique en l’absence d’air.
Quitab	:	Viande de bœuf salée et séchée dans les pays du Sahel.
Ressuage	:	Phase lente de descente de la température des carcasses jusqu'à 7°C après l'abattage pour que le pH diminue suffisamment. C’est une étape enzymatique qui permet d’améliorer la tendreté de la viande après la rigidité cadavérique.
Tasajo	:	Viande de bœuf salée et séchée d’Amérique du Sud.
Tsaky toaka	:	Mets d’accompagnement de l’alcool.
Tsire	:	Viande de bœuf, de chèvre ou de mouton cuite autour d'un feu du charbon de bois.
Varanga	:	Viande de bœuf effilochée frite.
Vary amin’anana	:	Riz en bouillon avec des brèdes.
Vary maina	:	Riz sec.
Vary sosoa	:	Riz en bouillon.
Unam inung	:	Viande de porc salée/fumée ou salée/séchée du Sud-Est de Nigéria.

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR	: Association Française de Normalisation
AFTER	: African Food Tradition Revisited by Research
Aw	: Activité de l'eau
B(a)P	: Benzo(a)pyrène
BCIG	: Acide 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucuronique
BHT	: Butylhydroxytoluène
BL	: Bactéries lactiques
BP	: Baird-Parker
CIRAD	: Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
DO	: Densité optique
EP	: Eau physiologique
EPT	: Eau peptonée tamponnée
FAMT	: Flore Aérobie Mésophile Totale à 30°C
FAO	: Food and Alimentation Organization.
HE	: Hektoen
HAP	: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique
ISO	: International Standard Organization
MDA	: Malondialdéhyde
MRS	: Man, Rogosa, Sharpe
PCA	: Plate count Agar
RVS	: Rappaport Vassiliadis
SCN	: Staphylocoques à Coagulase Négative
TBA	: Acide thiobarbiturique
TBARS	: Substances réagissant avec l'Acide Thiobarbiturique
TBX	: Milieux Tryptone Bile Agar
TCA	: Acide Trichloroacétique
TMP	: 1,1,3,3-tétraméthoxypropane
UFC	: Unité Formant Colonie
UMR	: Unité Mixte de Recherche
XLD	: Xylose-Lysine-Désoxycholate

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Pages</u>
Tableau 1 : Composants majoritaires de la fumée de bois.....	8
Tableau 2 : Caractéristiques du boucané et de l'unam inung.....	11
Tableau 3 : Méthode de préparation de la gamme étalon pour la mesure de l'indice TBARS.....	23
Tableau 4 : Plats consommés avec le kitoza en fonction de la fréquence de consommation.....	34
Tableau 5 : Fréquence de consommation du kitoza en fonction de la classe sociale des consommateurs.....	35
Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques des kitoza de porc.....	38
Tableau 7 : Teneur en eau des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	39
Tableau 8 : Teneur en sel des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	40
Tableau 9 : Aw des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	40
Tableau 10 : Teneur en lipides totaux des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	41
Tableau 11 : Teneur en phénols totaux des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	42
Tableau 12 : pH des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	42
Tableau 13 : Teneur en acide L-lactique des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	44
Tableau 14 : Indices TBARS des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	44
Tableau 15 : Concentrations en FAMT pour les saucisses fumées et les saucissons secs selon le conseil canadien des normes.....	45
Tableau 16 : Concentration en FAMT 30°C des kitoza de porc.....	45
Tableau 17 : Concentration en <i>E. coli</i> β -glucuronidase positive des kitoza de porc.....	46
Tableau 18 : Concentrations en <i>E. coli</i> pour les saucisses fumées et les saucissons secs selon le conseil canadien des normes.....	46
Tableau 19 : Concentration en <i>E. coli</i> des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement.....	47

LISTE DES FIGURES

	<u>Pages</u>
Figure 1 : Schéma du séchoir et des systèmes d'accrochage préconisés par la FAO...	5
Figure 2 : Diagramme de répartition et nombre des échantillons.....	13
Figure 3a : Modèle de fumoir en briques.....	32
Figure 3b : Modèle de fumoir en tôle.....	33
Figure 3c : Modèle de fumoir en fût.....	33
Figure 4 : Diagramme des procédés de fabrication du kitoza.....	36
Figure 5 : Colonies caractéristiques de la FAMT sur gélose PCA à 30°C.....	45
Figure 6 : Colonies caractéristiques d' <i>Escherichia coli</i> β -glucuronidase positive sur gélose TBX à 42°C.....	46
Figure 7 : Colonies présumées de <i>Salmonella</i> à 37°C sur gélose HEKTOEN après 24h d'incubation.....	47
Figure 8 : Test de confirmation sur géloses-pentes KIA et UI.....	48
Figure 9 : Colonies caractéristiques (a) des staphylocoques à coagulase négative à 37°C et (b) des bactéries lactiques à 30°C.....	48
Figure 10 : Distribution des kitoza de porc en fonction de la teneur en eau et l'Aw.....	49

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I : Questionnaires d'enquêtes producteurs, revendeurs et consommateurs
- ANNEXE II : Catégories d'acteurs et lieux d'enquête
- ANNEXE III : Schéma des dilutions effectuées lors des analyses microbiologiques
- ANNEXE IV : Composition des milieux utilisés lors des analyses microbiologiques
- ANNEXE V : Préparation des échantillons et de la gamme-étalon pour le dosage des phénols
- ANNEXE VI : Méthode de dosage des acides D- et L-lactiques
- ANNEXE VII : Présentation des lieux d'enquête
- ANNEXE VIII : Attributs de qualité des kitoza salés/fumés et salés/séchés
- ANNEXE IX : Résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques.
- ANNEXE X : Tableau de comparaison entre les caractéristiques physico-chimiques des kitoza de porc et celles des kitoza de bœuf

INTRODUCTION

Le kitoza est un produit carné de salaison traditionnel de Madagascar. Il est très apprécié en milieu rural et urbain par les consommateurs de tout genre et de différents niveaux de vie et aussi par les étrangers. Cela est dû, sans doute, au fait que le kitoza est non seulement déjà préparé à l'avance et prêt à cuire, mais aussi riche en goût. Elaboré principalement à partir de fines tranches de viande salée/séchée ou salée/fumée découpées en lanières de 20 à 50 cm de long et de 2 à 4 cm de large, il fait actuellement partie intégrante de l'alimentation malgache et tient une place de choix dans le menu des ménages. Selon la matière première utilisée, il existe deux types de kitoza : le kitoza de bœuf et le kitoza de porc.

Son procédé d'élaboration est bien souvent empirique et mal contrôlé. Il en résulte une forte hétérogénéité de ses qualités organoleptiques et sanitaires. De plus, à ce jour et à notre connaissance, aucun travail n'a été mené sur la caractérisation de son procédé de fabrication ou de ses propriétés physico-chimiques et microbiologiques.

Le projet AFTER (*African Food Tradition rEvisited by Research*), financé par l'Union Européenne et coordonné par le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) a pour objectif d'améliorer la qualité et la sécurité des produits alimentaires traditionnels africains destinés aux consommateurs en Afrique, en Europe et ailleurs et de caractériser le savoir-faire qui leur est associé en partageant des connaissances et des techniques européennes et africaines, afin d'en faire bénéficier les producteurs. Il se focalise sur 3 groupes de produits dont les poissons et viandes transformés par une combinaison des opérations de salage, séchage, fumage et fermentation.

Ces transformations sont traditionnellement largement utilisées pour la conservation à température ambiante des viandes car peu coûteuses, faciles à mettre en œuvre dans des pays où l'utilisation du froid reste difficile d'accès. On estime que 20% de la population mondiale vit dans des zones où l'homme est presque entièrement tributaire des produits issus des animaux. Les produits carnés représentant une part importante du régime alimentaire comme source majeure de protéines, l'utilisation de ces techniques est cruciale.

Dans le cadre de ce projet, un travail sur le kitoza a donc été initié fin 2010 par le Département de Biochimie fondamentale et appliquée de la Faculté des Sciences (Université d'Antananarivo) en collaboration avec l'UMR QualiSud (Unité Mixte de Recherche française regroupant des personnels du CIRAD, de l'école d'ingénieur Montpellier Sup Agro et des Universités Montpellier I et II sur la thématique de la qualité des produits alimentaires des pays du Sud). La première partie du projet consiste à caractériser le savoir-faire traditionnel et la qualité des kitoza de bœuf et de porc pour ensuite proposer des améliorations afin d'assurer sa parfaite innocuité vis-à-vis de la santé publique ainsi que sa mise à disposition au niveau du marché

européen et international. Le travail qui fait l'objet de ce mémoire a porté sur la caractérisation d'une part de la production, la commercialisation et la consommation du kitoza dans la province d'Antananarivo et d'autre part celle des qualités physico-chimiques et microbiologiques des kitoza de porc.

Ce mémoire est structuré en quatre parties :

- La première partie est une synthèse bibliographique sur le kitoza et les moyens de conservation de la viande dans les pays tropicaux.
- La deuxième partie décrit les matériels et les méthodes adoptés pour la collecte des données au cours d'enquêtes réalisées auprès des différents producteurs, revendeurs et consommateurs de kitoza dans la province d'Antananarivo, ainsi que les analyses biochimiques et microbiologiques des produits finis.
- La troisième partie expose les résultats des enquêtes en terminant par le diagramme de fabrication des différents kitoza et ceux de la caractérisation des produits finis. La présentation des résultats est suivie d'une discussion.
- Et enfin, dans une dernière partie, nous concluons sur les résultats et formulons des perspectives de recherche à mener dans le cadre de travaux ultérieurs.

Première partie :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. GENERALITES SUR LE KITOZA

1.1 ORIGINE DU PRODUIT

La littérature montre que la consommation du kitoza est ancienne à Madagascar. Ce produit de choix était destiné aux rois et aux nobles. Quand les quantités étaient trop importantes, les restes de kitoza étaient distribués au peuple (Callet, 1902 ; Mondain et Chapus, 1948).

Pour les Malgaches, le destin du bœuf est de produire de la viande pour la consommation. La viande de bœuf a donné lieu à diverses techniques de préparation et/ou de conservation. Cela va de la production du kitoza (lanières de viande séchée) à celle du varanga (viande effilochée frite) et du jaka (viande conservée dans la graisse) (Laurent, 1981). En pays Sakalava (ouest de Madagascar) et/ou Tsimihety (nord), on obtient 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).

1.2 TRANSFORMATION TRADITIONNELLE DE LA VIANDE EN KITOZA

1.2.1. Les matières premières et les additifs

Le kitoza est un produit à base de viande de zébu ou de porc largement consommé par la population malgache. Les ingrédients sont essentiellement le sel et des épices comme l'ail, le poivre et le gingembre. Certains producteurs enrobent le produit d'huile.

1.2.2. Description de la méthode de production

Le kitoza est obtenu après parage et tranchage de la viande de bœuf ou de porc en lanières de 2 à 4 cm d'épaisseur et de 20 à 50 cm de long environ. Ensuite, les morceaux sont salés. Selon la préférence, des ingrédients peuvent être rajoutés afin de donner du goût et rendre le produit plus tendre.

A l'échelon familial, le kitoza est préparé par séchage/fumage consistant à suspendre les morceaux sur un fil au-dessus d'un feu (cheminée ou barbecue). Cette opération dure au minimum 2 à 3 jours mais elle peut se poursuivre pendant plusieurs semaines (Laurent, 1981).

Les lanières de viande, qu'elles soient conservées dans les cuisines et donc boucanées, ou séchées au soleil portent toutes en Imerina le nom de kitoza, alors que sur les côtes malgaches ces dernières sont dénommées saly (Molet, 1982).

2. MOYENS DE CONSERVATION DE LA VIANDE DANS LES REGIONS CHAUDES

Par définition, la conservation est le processus de transformation des aliments permettant de les stocker plus longtemps (Maas Van Berkel *et al.*, 2005). Sur le plan alimentaire, elle comprend un ensemble de traitements destinés à conserver les propriétés nutritives, le goût, la

texture et la couleur de l'aliment cru, mi-cuit ou cuit, en veillant à le garder comestible.

Ainsi, toutes les techniques de conservation de la viande sont basées sur le ralentissement ou l'inhibition des différents processus de dégradation microbologique, enzymatique et chimique. L'utilisation du froid est la seule méthode qui permet de maintenir les caractéristiques de la viande fraîche, mais il n'est pas le plus économique dans les pays chauds. La conservation de la viande dans ces pays met en œuvre d'autres procédés moins coûteux. Les techniques traditionnelles de transformation des produits carnés en milieu tropical reposent souvent sur l'utilisation, seule ou combinée, d'opérations de salage, séchage et fumage qui mènent à une gamme variée de produits tels que le biltong en Afrique du Sud, le kilichi au Nigeria, le charqui au Brésil, le porc boucané à La Réunion, le kitoza à Madagascar,... (Laurent, 1981 ; Collignan *et al.*, 2008). Selon Kalilou (1997), certains auteurs classent ces produits en fonction des traitements associés au séchage : on distingue ainsi les viandes séchées non salées, les viandes séchées salées, les viandes séchées fumées, les viandes conservées par la friture et les viandes fermentées séchées.

Dans les paragraphes qui suivent, les opérations unitaires de séchage, salage et fumage, seront présentées en donnant pour chacune des exemples de produits obtenus.

2.1. SECHAGE

Le séchage est l'un des plus anciens modes de conservation de la viande. C'est une technique physique de conservation qui consiste à éliminer, partiellement ou totalement, l'eau contenue dans les produits frais par l'action combinée de la température, de la ventilation et de l'hygrométrie de l'air (Maas-van Belkel *et al.* 2005).

Économique, car ne consommant pas d'énergie et ne nécessitant que peu d'équipement, le séchage solaire est toujours utilisé dans de nombreux pays pauvres où les moyens coûteux que représentent la réfrigération, la congélation ou l'appertisation dépassent les possibilités financières des habitants. Exposée au grand air, la viande subit une réduction de sa teneur en eau par évaporation de l'eau dans la zone périphérique suivie par une migration constante de l'eau des couches profondes vers la périphérie. Cette déshydratation réduit le développement des microorganismes.

Le premier jour du séchage, le taux d'évaporation est le plus important ; il diminue continuellement les jours suivants et une perte de poids de 60 à 70 % est constatée avec trois ou quatre jours de séchage. Le muscle et le tissu conjonctif se rétractant, les morceaux de viande deviennent plus petits, plus minces et plus durs. La saveur caractéristique de la viande fraîche disparaît au profit d'un arôme particulier à la viande séchée (FAO, 1990).

Traditionnellement, les lanières de viande sont mises à sécher sur des branches d'arbre, des fils ou des câbles. Pour leur permettre de sécher rapidement et uniformément, la FAO préconise de suspendre chaque bande individuellement par l'une des extrémités à l'aide de crochets en métal galvanisé en forme de S ou de pinces métalliques aux barres horizontales de séchoirs en bois, métal ou béton (figure 1) (FAO, 1990).

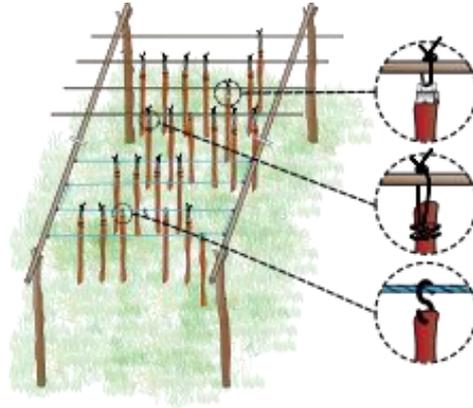


Figure 1 : Schéma du séchoir et des systèmes d'accrochage préconisés par la FAO (FAO, 1990)

Par ailleurs, la viande séchée peut se conserver dans certaines conditions d'hygrométrie pendant six mois environ. Enfin, mise à tremper dans l'eau avant la cuisson, elle se réhydrate et reprend ainsi son volume et son poids d'avant séchage (Laurent, 1981).

Parmi les produits traditionnels obtenus par cette technique, on peut citer le kilichi et le quitab dans les pays du Sahel et le charmoute au Tchad (Laurent, 1981 ; Collignan *et al.*, 2008).

2.2. SALAGE

2.2.1. Généralités

Produit naturel, le sel sert d'exhausteur de goût et augmente la sapidité des aliments, mais il permet également la conservation de certaines denrées, et particulièrement de la viande.

Le terme général de salage en matière de conservation des viandes comprend l'introduction dans les masses musculaires d'ingrédients très divers, du sel ou du salpêtre jusqu'aux antiseptiques tels que l'acide borique et l'acide benzoïque (Laurent, 1981).

Les meilleurs résultats sont obtenus par la combinaison salage-séchage. Le salage permet notamment de freiner pendant le séchage le développement des microorganismes à la surface du produit en absorbant une grande quantité de l'eau que celui-ci contient, ainsi que d'éloigner les insectes et autres parasites. Il ralentit donc la dégradation du produit. Le sel donne un produit fini plus stable avec une durée de conservation plus longue.

2.2.2. Techniques de salage

Le salage se pratique soit à sec soit en saumure :

➤ Pour le salage à sec, la viande est frottée avec du sel. Une autre technique consiste à presser fortement les pièces de viande les unes sur les autres et les empiler en intercalant une couche de sel entre deux couches de viande. La pile est défaits et refaits périodiquement en renouvelant les couches de sel et en retournant les pièces de viande, de façon à remonter celles qui étaient au fond (Kalilou, 1997).

➤ Le salage en saumure ou saumurage consiste à tremper la viande dans une saumure composée d'eau, de sel et de divers ingrédients, variables selon les régions. Le salage est dit léger avec des saumures à 16% de sel, moyen à 20% et fort à 25%. Ces saumures peuvent être épicées avec du girofle, du poivre, ou autre (Knockaert, 1995).

Parmi les produits salés/séchés, on trouve essentiellement des produits à base de bœuf comme le biltong en Afrique du Sud, le charqui et le carne de sol au Brésil, le tasajo en Amérique du sud, la viande de Grisons à la mode de Niamey et le pastirma en Turquie et en Egypte (Laurent, 1981 ; Kalilou, 1997).

2.3. FUMAGE

(Le Galle, 1938 ; Talon et Girard, 1980 ; Laurent, 1981 ; Knockaert, 1995 ; Jeantet *et al.*, 2007)

2.3.1. Généralités

Le fumage est utilisé aussi bien pour les viandes que les poissons depuis des millénaires dans de nombreuses régions du monde. L'opération consiste principalement à soumettre une denrée alimentaire à l'action des fumées qui se dégagent lors de la combustion de certains végétaux.

Durant cette opération la viande s'imprègne de composés volatils issus de la fumée qui lui donnent une coloration particulière et une saveur agréable. À l'origine, le but recherché était d'agir sur la durée de conservation du produit traité. C'est ainsi qu'à côté de la salaison et du séchage, le fumage semble être, avec la cuisson, la plus ancienne méthode de conservation de denrées d'origine animale. Il est parfois complété par des opérations de pré-séchage ou de post séchage et/ou de salage.

Les fonctions de préservation, d'aromatisation et de coloration sont bien reliées à l'apport de fumée mais on sait également que la fumée véhicule des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP), connus depuis plusieurs décennies pour leur pouvoir cancérigène sur l'homme.

2.3.2. Types de fumage

Parmi les techniques de fumage traditionnel, on distingue le fumage à froid et le fumage à chaud (Girard, 1988 ; Werlich, 2001) :

➤ Le fumage à froid est traditionnellement pratiqué dans les pays tempérés sur des produits de viande de porc préalablement traités (macérés dans le vinaigre, par exemple) tels que le jambon ou les saucisses fermentées. Emballés sous vide et réfrigérés, ces produits se conservent jusqu'à 6 mois. Le fumage à froid de la viande se fait en l'exposant pendant 4 à 8 h, voire plus si la taille est importante, à l'action de la fumée dont la température est comprise entre 18 et 30°C. Cette température peut être portée à 35°C pendant la dernière demi-heure de fumage. La viande fumée à froid doit être réfrigérée et ne se conserve guère plus longtemps que la viande fraîche. Ce procédé ne saurait être recommandé comme méthode de conservation de la viande dans les régions tropicales ou subtropicales, car il ne permet qu'une réduction partielle du risque de contamination bactériologique.

➤ Le fumage à chaud permet de conserver l'aliment grâce à la cuisson, à la déshydratation et à l'action protectrice des composantes de la fumée. La viande, soumise à une température qui varie entre 60°C et 120°C (GRET, 1993), est fumée en l'espace de 1 à 4 h, voire plus, en fonction de sa taille, du type de four et de la teneur finale en eau désirée. Au cœur des morceaux, la température doit atteindre 65°C durant 30 min au moins afin de garantir la destruction des bactéries. Ce traitement thermique provoque la dénaturation des protéines et la cuisson du produit.

2.3.3. La fumée

La fumée est produite par combustion incomplète du bois mettant en jeu parallèlement une pyrolyse des polymères constitutifs du bois et des réactions de condensation, de polymérisation et d'oxydation. Le bois est constitué de trois composés principaux en proportion variable selon le type de bois : la cellulose (40 à 50%), l'hémicellulose (17 à 30%) et la lignine (20 à 30%). La pyrolyse de la cellulose aboutit à la formation d'acide acétique, d'eau et de phénols. La pyrolyse de l'hémicellulose donne des acides carboxyliques aliphatiques. La pyrolyse de la lignine conduit à des composés phénoliques (phénols, éthers).

2.3.3.1. Composition physique

La fumée est constituée d'une suspension de particules solides et liquides en milieu gazeux. Les substances contenues dans ces différentes phases sont les mêmes, mais en concentrations différentes. La phase liquide représente environ 90% de la fumée, ses particules

mesurent 0,1 μ , sont peu solubles et ont des points d'ébullition élevés. Les substances chimiques les plus volatiles et qui sont absorbées par la viande, se trouvent principalement dans la phase gazeuse. Elles se dissolvent dans l'eau superficielle de la viande (Knockaert, 1995).

2.3.3.2. Composition chimique

La composition de la fumée est extrêmement complexe. Les constituants, pour la plupart identifiés, sont classés en phénols (les plus importants sur le plan technologique), acides organiques, alcools, composés carbonylés (les plus nombreux) et hydrocarbures (Sainclivier, 1985).

Le tableau 1 regroupe les composés majoritaires dans la fumée de bois.

Tableau 1 : Composants majoritaires de la fumée de bois (Sainclivier, 1985)

Phénols	Acides	Carbonyles	Alcools	Hydrocarbures
Syringols	Formique	Formaldéhyde	Ethanol	Benzopyrène
Gaiacols	Acétique	Propionaldéhyde	Méthanol	Benzanthracène
Crésols	Butyrique	Furfuraldéhyde		Inden
Xylénols	Caprylique	Octyl aldéhyde		Naphtalène
	Oxalique	Acroteine		Stilbène
	Vanillique	Méthyl		Fluorine
	Siringuique	Acétophénone		Phénanthrène
	Phtalique			

2.3.4. Action de la fumée sur la viande

2.3.4.1. Action organoleptique

La couleur de la viande fumée est essentiellement due à des réactions de type réaction de Maillard (lors du fumage à chaud) qui est l'ensemble des interactions résultant de la réaction initiale entre un sucre réducteur (glucose, fructose,...) et un groupement aminé (acides aminé, peptide, protéine). Elle a lieu lors du stockage des aliments ou plus fréquemment lors de leur exposition à des traitements thermiques. C'est la principale réaction responsable de la coloration des viandes, de la production des odeurs, des arômes et des pigments caractéristiques des aliments cuits. Il est très facile d'observer cette réaction, car elle produit des composés aromatiques de couleur brune.

La couleur est d'autant plus prononcée que le fumage dure longtemps (Sainclivier, 1985). D'après Knockaert (1995), la coloration varie avec les types de bois utilisés.

Les phénols sont les principaux responsables de l'arôme. Ils sont un bon indicateur du degré de fumage des produits (Poligne, 2001).

2.3.4.2. Action chimique

Les viandes fumées selon les techniques traditionnelles peuvent subir une légère dénaturation des protéines. Selon Sainclivier (1985), l'action chimique intéressante est surtout l'effet antioxydant des phénols sur les lipides de la viande : ils inhibent la phase de propagation de l'auto-oxydation. Au cours du fumage, il y a un léger abaissement de pH, dû à la formation d'acides pouvant favoriser une bonne conservation.

2.3.4.3. Action bactériologique

Dans le fumage à chaud, c'est surtout la chaleur qui détruit les microorganismes. La fumée peut avoir un rôle antiseptique grâce à la fraction phénolique à bas point d'ébullition qui prolonge la phase de latence de la multiplication des microorganismes. Mais cette action est faible et l'humidité élevée de la viande fumée peut permettre le développement des moisissures (Knockaert, 1995).

2.3.4.4. Action toxique

Les composés présents dans la fumée n'ont pas toujours des rôles bénéfiques. Lorsque le fumage est mal conduit, certains peuvent présenter des risques. Ainsi les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui se déposent sur la viande sont susceptibles de provoquer l'apparition de cancers. Ils sont surtout présents lors du fumage à chaud lorsque la température dépasse 45°C. Parmi eux, le benzo(a)pyrène (B(a)P) est la molécule qui a longtemps été utilisée comme marqueur de présence des HAP. La réglementation européenne a récemment évolué à ce sujet et le règlement CE N°835/2011 du 19 août 2011 fixe la teneur maximale pour le benzo(a)pyrène dans les viandes fumées à 5 µg/kg jusqu'au 31 août 2014 et 2 µg/kg au-delà et la teneur maximale de la somme de 4 HAP (benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène) à 30 µg/kg à partir du 1^{er} septembre 2012 jusqu'au 31 août 2014 et 12 µg/kg au-delà.

2.3.5. Paramètres influençant le dépôt de la fumée sur la viande

2.3.5.1. Humidité du produit à fumer

Si la viande est sèche, les phénols les plus volatils de la phase gazeuse se déposent en

surface. La phase aqueuse de la fumée étant faible, la quantité de phénols dissoute est peu importante. Si la viande est humide, le dépôt de phénols est élevé, et ceux-ci se dissolvent dans l'eau de surface jusqu'à saturation par rapport à la pression partielle de la fumée.

2.3.5.2. Humidité relative du fumoir

L'activité de l'eau détermine directement les propriétés physiques, mécaniques, chimiques et microbiologiques de nombreuses substances, telles entre autres la fluidité, la coagulation, et la cohésion (Girard, 1988). L'humidité d'équilibre d'un matériau hygroscopique joue dans ce processus un rôle important. On entend par humidité d'équilibre : l'humidité relative qui doit régner dans une atmosphère environnante pour empêcher tout échange d'eau entre les matériaux et l'air. Il est donc clair que pour assurer une bonne conservation et du stockage de produits, le climat ambiant ne doit pas dépasser les valeurs limites établies par la mesure de l'activité de l'eau.

A chaque température de fumage correspond une valeur d'humidité relative optimale. Cependant, on note une diminution de l'absorption des composés de la fumée en fonction de l'augmentation de l'humidité relative du fumoir.

2.3.5.3. Circulation et température de l'air

Si on introduit de l'air, il se mélange à la fumée et dilue les composés qui y sont présents. Si cet air fait baisser la température de la cellule de telle sorte qu'elle devienne inférieure au point d'ébullition de certains composés, ceux-ci vont se condenser (Talon et Girard, 1980) :

- si l'air et la fumée sont à la même température, il y a dilution et diminution proportionnelle des phénols ;
- si l'air est à une température inférieure à celle de la fumée et
 - supérieure au point d'ébullition, la concentration en phénols de la phase gazeuse diminue de façon linéaire ;
 - voisine du point d'ébullition, les phénols passent dans la phase particulaire par condensation/dilution.

2.3.5.4. Densité de la fumée

Le pouvoir bactériostatique de la fumée augmente avec son opacité. Cependant, une fumée trop épaisse, grisâtre, contient des goudrons acides qui communiquent à la viande traitée une saveur désagréable.

De nombreux paramètres, comme la nature et l'humidité du bois et la température de pyrolyse, interviennent également sur la composition de la fumée.

2.3.6. Exemples de viandes fumées

Parmi les produits salés/fumés à chaud, on retrouve un certain nombre de produits à base de porc et donc similaires au kitoza de porc salé/fumé tels que l'unam inung de Nigéria qui peut également être uniquement salé/séché et le porc boucané produit à l'île de la Réunion. Leurs caractéristiques rapportées dans la littérature sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques du boucané et de l'unam inung

Paramètres	Porc boucané (Poligne <i>et al.</i> , 2001)	Unam inung (Solomon <i>et al.</i> , 1994)
Teneur en eau (%)	24,0 à 37,3	31,6 à 56,0
Activité de l'eau (Aw)	0,75 à 0,84	
Teneur en sel (%)	3,9 à 18,6	
Teneur en protéines (%)		14,7 à 20,2
Teneur en lipides (%)	24,2 à 49,1	24,0 à 44,5
Teneur en phénols (g/100kg)	3,0 à 7,1	
Teneur en benzo(a)pyrène (µg/kg)	1,9 à 6,9	

2.4. LA CONSERVATION DU KITOZA

Le kitoza peut être conservé suspendu sur un fil, généralement au-dessus d'un feu de cuisine. Lorsqu'il est sec, sa durée de conservation peut aller de quelques semaines à quelques mois (Laurent, 1981).

Deuxième partie :

MATERIELS ET METHODES

1. ENQUETES SUR LA PRODUCTION, LA VENTE ET LA CONSOMMATION DU KITOZA DANS LA PROVINCE D'ANTANANARIVO

Des enquêtes ont été menées auprès des producteurs, des revendeurs et des consommateurs de kitoza afin de recueillir des informations relatives aux différentes étapes du procédé de préparation, aux modes de consommation du kitoza et de déterminer les attributs de qualité du kitoza.

1.1 DEROULEMENT DES ENQUETES

Les enquêtes ont été conduites dans la province d'Antananarivo avec comme principal outil un questionnaire qui a été traduit en malgache (ANNEXE I). Ce choix a été dicté par le fait que le kitoza est essentiellement consommé sur les hautes terres.

Les producteurs et les revendeurs ont été repérés en sillonnant différents quartiers d'Antananarivo tandis que les consommateurs ont été pris au hasard dans les fokontany (groupe des quartiers) des communes d'Antananarivo Renivohitra, Atsimondrano et Avaradrano (région d'Analamanga) et la commune d'Arivonimamo (région d'Itasy) (ANNEXE II).

1.2 ANALYSE DES DONNEES

Les données ont été saisies et traitées avec le logiciel Sphinx Plus 2. Les informations obtenues concernent,

- pour les producteurs :
 - les matières premières et les additifs alimentaires ;
 - les types de kitoza fabriqués (salé/séché et /ou salé/fumé) ;
 - les différents types de fumoir utilisés ;
 - les diagrammes de fabrication ;
- pour les revendeurs :
 - les critères de la commercialisation ;
- pour les consommateurs :
 - les différents types de plats consommés avec le kitoza ;
 - la fréquence de consommation du kitoza ;
 - les classes sociales qui en consomment.

2. CARACTERISATION DES PRODUITS FINIS

2.1 PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS

Au total, 30 échantillons de kitoza de porc ont été prélevés chez des artisans producteurs

(P) ou des personnes réalisant une production familiale pour leur propre consommation (PAC ou producteur pour autoconsommation). 12 échantillons ont été prélevés en zone urbaine, 8 en zone périurbaine et 10 en zone rurale (figure 2). Pour chaque zone, 2 types de kitoza, distingués selon leur procédé de transformation, ont été collectés :

- salé/fumé (SF)
- salé/séché (SS)

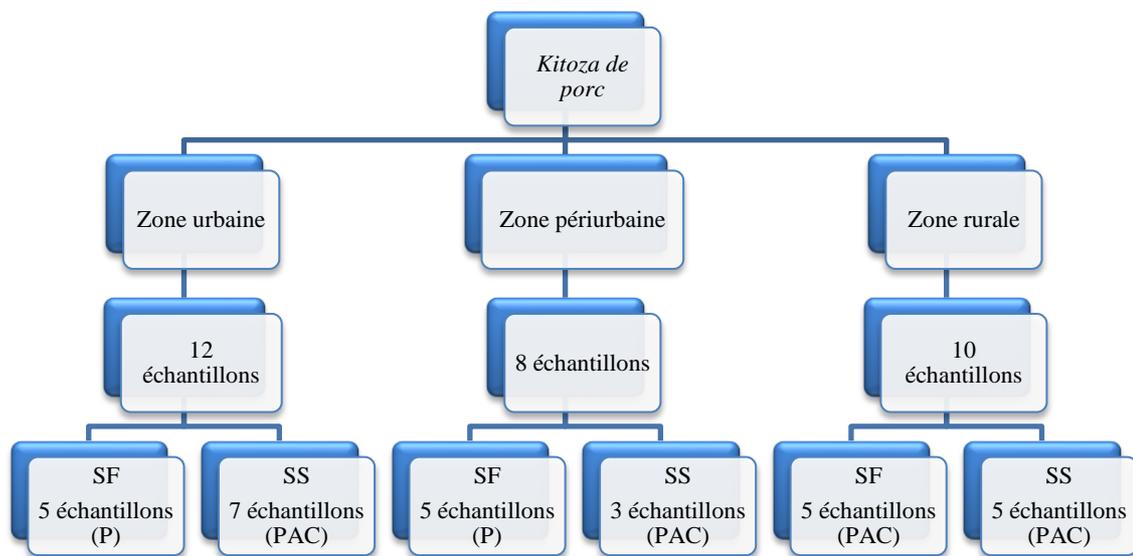


Figure 2 : Diagramme de répartition et nombre des échantillons

Les prélèvements sont effectués dans la matinée. Après achat, les échantillons sont emballés dans des sacs décongélation, avec mention du code de l'échantillon permettant de retracer l'origine du produit : matière première, zone, type et nom du producteur, date et heure du prélèvement. Le prix de vente (pour les producteurs) et le prix d'achat de la matière première (pour les producteurs pour autoconsommation) sont également notés. Les échantillons sont transportés dans une glacière jusqu'au laboratoire.

2.2 PREPARATION DES ECHANTILLONS

Pour chaque échantillon, 600 g de kitoza sont récoltés. Dès l'arrivée au laboratoire, les kitoza sont découpés en dés de 1cm² à l'aide de ciseaux stériles et sous hotte à flux laminaire. Les dés sont mélangés et répartis comme suit dans des sacs de congélation :

- 250 g pour les analyses physico-chimiques réalisées à La Réunion (teneur en eau, en sel, en lipides, en phénols totaux, en acides D- et L- lactique, pH, activité de l'eau, et la mesure de l'oxydation des lipides par l'indice TBA) ;
- 200 g pour les analyses physico-chimiques à Madagascar (teneur en protéines) ;
- 150 g pour les analyses microbiologiques réalisées à Madagascar : dénombrement

de la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et d'*E. coli*, recherche de *Salmonella* (ces trois types de microorganismes renseignant sur la qualité sanitaire des produits), isolement de Staphylocoques à coagulase négative (SCN) et de bactéries lactiques (les deux germes intervenant dans les processus de fermentation : le premier en contribuant au développement de la saveur des produits carnés fermentés et le second à l'acidification).

Les analyses microbiologiques sont réalisées immédiatement après. Lorsque cela n'a pas été possible, les échantillons sont congelés à -20°C pendant 24 h au maximum.

Pour les analyses physico-chimiques, les dés sont stockés à -20°C. Les échantillons pour analyse à La Réunion sont envoyés sous carboglace pour être réceptionnés dans les 12 h.

2.3 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

2.3.1. Préparation des échantillons

Toutes les méthodes utilisées suivent les normes AFNOR. Les dés d'échantillons, conservés à -20°C, sont préalablement broyés (Grindomix, Retsch, Allemagne). Les déterminations des teneurs en eau, en sel et de l'activité de l'eau sont réalisées immédiatement après le broyage. Les échantillons destinés aux autres analyses (détermination des teneurs en lipides, en protéines et en phénols, du pH et de l'acidité titrable, dosage des acides D- et L-lactiques, des indices TBARS) sont conservés à -20°C jusqu'au moment de leur utilisation.

2.3.2. Détermination de la teneur en eau (AFNOR NF V 04 401)

La teneur en eau ou teneur en humidité est la concentration en eau dans un produit par rapport au produit sec. Elle contribue à l'appétence des aliments, mais bien souvent, elle est responsable de l'aptitude à la détérioration (Cheftel, 1976).

2.3.2.1 Principe

La quantité d'eau contenue dans le produit est donnée par la différence de poids entre la matière fraîche initiale et la matière sèche. Elle est déterminée par la méthode de dessiccation par évaporation à chaud (étuve à 103°C pendant 24 h).

2.3.2.2. Mode opératoire

Une prise d'essai de 10 g d'échantillon broyé est introduite dans une coupelle préalablement séchée et tarée (m_0). La coupelle contenant la prise d'essai est pesée (m_1) puis placée dans une étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 24 h. Avant la pesée (m_2), elle est laissée une vingtaine de minutes dans un dessiccateur afin d'éviter toute reprise d'humidité lors du refroidissement.

2.3.2.3. Méthode de calcul

La teneur en eau est calculée suivant la formule ci-dessous :

$$Te = \frac{(m1-m2)}{(m1-m0)} \times 100$$

Avec :

Te : teneur en eau (g/100 g)

m1 : masse de la coupelle munie de la prise d'essai avant étuvage (g)

m2 : masse de la coupelle munie de la prise d'essai après étuvage (g)

m0 : masse de la coupelle vide (g)

2.3.3. Détermination de la teneur en sel (AFNOR NF V 04-405)

Le sel est certainement l'additif le plus anciennement connu et utilisé et il joue des rôles multiples : à des concentrations adéquates, il freine ou stoppe la croissance de la plupart des bactéries. On considère généralement qu'à la concentration de 10%, il inhibe la croissance de nombreux germes (Girard, 1988). Son goût salé est dû à l'anion Cl⁻, le cation Na⁺ ayant son effet principal sur la capacité à stimuler les récepteurs (Le Magnen, 1951 ; Amerine et *al.*, 1965).

2.3.3.1. Principe

La teneur en sel est déterminée par dosage des ions chlorure (Cl⁻) après extraction de ces derniers dans de l'acide nitrique.

2.3.3.2. Mode opératoire

Environ 0,3 g (*m*) de broyat est mis en solution dans 50 ml d'acide nitrique à 0,3 N et placé sous agitation horizontale à température ambiante pendant 2 h au minimum. Le mélange est ensuite laissé au repos pendant 1 h afin de permettre une grossière de décantation des particules en suspension. 500 µl de cette solution sont introduits dans le récipient contenant la solution tampon servant à la mesure. La teneur en sel est déterminée à l'aide d'un chloruremètre (Corning chloride analyzer 926, USA) qui dose automatiquement les ions Cl⁻ de l'échantillon. Avant la détermination, les électrodes en argent sont nettoyées et le fonctionnement vérifié à l'aide d'une solution étalon de concentration connue.

2.3.3.3. Méthode de calcul

La teneur en sel est calculée en utilisant l'équation suivante :

$$T_s = \frac{1,648 \times 10^{-4} \times x \times V}{m}$$

Avec :

T_s : teneur en sel (g/100 g)

x : valeur indiquée par le chloruremètre (mg Cl/l)

V : volume de la solution d'acide nitrique utilisée pour l'extraction (ml)

m : masse de l'échantillon (g)

2.3.4. Mesure de l'activité de l'eau (A_w) (NF EN ISO 17025)

La capacité de conservation des aliments, la stabilité des couleurs, du goût, la teneur en vitamines, l'arôme et les conditions favorables à la formation de moisissures et à la croissance des microbes sont directement influencés par la valeur A_w . C'est un paramètre thermodynamique qui caractérise les denrées alimentaires (Gautier et *al.*, 1986). C'est une mesure de l'eau libre dans le produit. Elle varie entre 0 et 1. Elle est de 0,99 pour la viande fraîche (Girard, 1988).

L'activité de l'eau est mesurée automatiquement à l'aide d'un A_w mètre FA-st/1 (GBX, France). Le broyat est mis dans une petite coupelle en aluminium bien sèche que l'on remplit au $\frac{3}{4}$.

2.3.5. Détermination de la teneur en lipides

Les lipides sont des macronutriments énergétiques et une source de vitamines liposolubles (A, D, K et E) (Briend, 1985). Ces biomolécules organiques insolubles dans l'eau sont extractibles des cellules et des tissus par des solvants non polaires tels que le chloroforme, l'hexane... Les triglycérides représentent la famille de lipides la plus abondante et les composés principaux des lipides de réserve dans les aliments (Derache, 1986).

2.3.5.1. Principe

La détermination de la quantité de lipides totaux est réalisée selon la méthode de Folch et *al.* (1957). Le principe est d'extraire les lipides de l'échantillon préalablement broyé par un mélange de solvants (apolaire/polaire) chloroforme/méthanol appelé « mélange de Folch ». La phase organique du mélange est récupérée et le solvant est évaporé. La quantité de lipides est alors déterminée par pesée du résidu après dessiccation.

2.3.5.2. Mode opératoire

Environ 20 g (m) d'échantillon broyé sont mis en contact avec du chloroforme/méthanol (2/1 v/v) dans un erlenmeyer de 250 ml bouché. Le mélange est agité pendant 1 h sur une plaque

d'agitation pour favoriser l'extraction des lipides puis il est filtré sur Büchner muni d'un filtre en fibres de verre (GF/C). Afin de récupérer tous les résidus, l'erenmeyer et le dispositif de filtration sont rincés avec 20 ml de mélange de Folch. Le filtrat est placé dans une ampoule à décanter en ajoutant 60 ml d'une solution aqueuse à 9 g/l de NaCl et 10 ml d'HCl 0,01 N afin de faciliter la décantation et la filtration. Après 7 h (essai du matin) ou 16 h (essai de l'après-midi) de décantation, la phase inférieure est recueillie dans un ballon bouché préalablement taré et la phase supérieure est de nouveau traitée par 40 ml de chloroforme pendant 16 h (essai du matin) ou 3 h (essai de l'après-midi). La nouvelle phase inférieure est récupérée. Les deux phases inférieures sont rassemblées dans le ballon taré (m_b) puis évaporées sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif jusqu'à ce qu'il ne reste que les lipides. Pour s'assurer qu'il n'y a plus de chloroforme, le ballon est laissé dans un dessiccateur pendant une nuit. Il est finalement pesé (m_{bl}) pour déterminer la teneur en lipides totaux de l'échantillon.

2.3.5.3. Méthode de calcul

La teneur en lipides est calculée par la relation suivante :

$$Tl = \frac{m_{bl} - m_b}{m} \times 100$$

Avec :

Tl : teneur en lipides (g/100 g)

m_{bl} : masse du ballon muni des lipides (g)

m_b : masse du ballon vide (g)

m : masse de l'échantillon (g)

2.3.6. Détermination de la teneur en protéines (AFNOR NF V 04.407)

Les protéines sont des macromolécules constituées d'acides aminés, qui jouent un rôle majeur dans les qualités organoleptiques de nombreux aliments frais ou manufacturés, comme la consistance ; la texture de la viande et les produits carnés. Elles constituent la part majoritaire du poids sec des organismes (plus de 50% de leur poids sec).

2.3.6.1. Principe

La méthode utilisée est celle de KJELDAHL qui consiste à doser l'azote contenu dans l'échantillon. La teneur en protéines est déduite de la teneur en azote en multipliant cette dernière par le coefficient de conversion 6,25 de l'azote en protéines animales (Godon, 1991). La minéralisation du produit par chauffage avec de l'acide sulfurique concentré en présence d'un

catalyseur entraîne la transformation de l'azote organique en azote minéral sous forme ammoniacale $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Après alcalinisation des produits de la réaction, l'ammoniac libéré est distillé puis recueilli dans une solution d'acide borique et titré par une solution d'acide sulfurique.

2.3.6.2. Mode opératoire

1 g (m) d'échantillon broyé est introduit dans un matras du digesteur (BÜCHI 424, Allemagne) dans lequel on ajoute un comprimé de catalyseur, 12,5 ml d'acide sulfurique et 2,5 ml d'eau oxygénée. L'échantillon est chauffé à 430°C dans le bloc de digestion durant environ 5 à 6 h jusqu'à l'obtention d'une liqueur limpide de coloration verte.

Après refroidissement, le minéralisat ainsi que l'eau de rinçage du matras sont transvasés dans le tube du distillateur (UDK 132, Europe). Un erlenmeyer de 250 ml contenant 25 ml d'acide borique à 4% et 4 gouttes d'indicateur coloré (réactif de Tashiro) est placé au-dessous du tuyau évacuateur du distillateur. La distillation dure 7 min. Après chaque utilisation, l'embout par lequel le distillat est recueilli, est rincé en recueillant les eaux de rinçage dans l'erlenmeyer de l'analyse en cours.

Le distillat recueilli dans le mélange est titré à l'aide d'HCl 0,1 N jusqu'au virage de la solution en rose violacé persistant. Le volume de la soude versée nécessaire pour le dosage est noté.

2.3.6.3. Méthode de calcul

La teneur en azote total est calculée selon la formule suivante :

$$T_N = \frac{V \times T \times M}{m \times 1000} \times 100$$

Avec :

T_N : teneur en azote total (g/100 g)

V : volume de HCl (ml)

T : titre de HCl (N)

M : masse molaire de l'azote (14 g/mol)

m : masse de l'échantillon(g)

La teneur en protéines totales est obtenue par le produit de la teneur en azote total par le coefficient de conversion 6,25 :

$$Tp = N \times 6,25$$

Tp : teneur en protéines (g/100 g)

2.3.7. Détermination de la teneur en phénols totaux

Les composés issus de la fumée sont majoritairement des composés phénoliques, dont la nature varie en fonction du bois utilisé. Ces composés phénoliques participent activement à la flaveur fumée des aliments et possèdent des effets bactériostatiques et antioxydants (Poligne, 2001). Le dosage des phénols totaux permet ainsi d'apprécier le « degré de fumage » du produit.

2.3.7.1. Principe

Les phénols extraits dans l'éthanol développent une coloration spécifique avec l'acido 4-aminopyrène en milieu alcalin et en présence de ferrocyanure de potassium. Les composés ainsi obtenus sont dosés par spectrophotométrie.

2.3.7.2. Mode opératoire

5 g (*m*) d'échantillon broyé sont mis en suspension dans 35 ml d'éthanol à 95% dans un tube à centrifuger. L'ensemble est homogénéisé au moyen d'un vortex. Afin de favoriser l'extraction des composés, il est laissé au repos pendant 15 min à la température ambiante. Une centrifugation de 10 min à 2000 tours/min est réalisée. Le surnageant est recueilli dans une fiole jaugée de 50 ml. Le culot est remis en suspension dans 10 ml d'éthanol et homogénéisé de nouveau à l'aide d'un vortex. Une deuxième centrifugation est conduite dans les mêmes conditions. L'extrait alcoolique est recueilli dans la même fiole jaugée complétée à 50 ml avec de l'éthanol 95%. Le dosage est effectué par comparaison avec une gamme étalon.

La préparation des échantillons et de la gamme-étalon pour le dosage des phénols est indiquée en ANNEXE V. La densité optique (DO) est lue à 455 nm.

2.3.7.3. Méthode de calcul

La droite d'étalonnage $Q \text{ phénols} = f(DO)$, d'équation $Q \text{ phénols} = a \text{ DO} + b$ est tracée. La teneur en phénols totaux des échantillons est calculée à l'aide de la formule ci-dessous :

$$T_{ph} = \frac{aDO + b}{m}$$

Avec :

T_{ph} : teneur en phénols totaux (mg/100 g)

DO : DO des échantillons

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

m : masse de l'échantillon (g)

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

2.3.8. Mesure du pH et de l'acidité titrable (AFNOR NF V 04-408)

La mesure du pH est d'une importance capitale dans le secteur agro-alimentaire. Elle sert au contrôle du processus de fabrication (fermentation, hydrolyse,...) mais aussi à garantir la qualité de certains produits finis tant d'un point de vue microbiologique qu'organoleptique (acidification).

Par définition, l'acidité libre est l'acidité titrable par l'hydroxyde de sodium jusqu'au pH du point équivalent ou pH_e . Il permet aussi de connaître le degré de fumage d'un produit car la formation de certains acides peut se produire au cours du fumage (Knockaert, 1995).

2.3.8.1. Principe

La mesure du pH est basée sur la détermination de la quantité des ions hydronium (H^+) dans une solution.

Le pH et l'acidité titrable sont mesurés avec un titromètre automatique (Titroline easy, Schott, Allemagne). L'acidité titrable est déterminée par titration potentiométrique de la solution étudiée jusqu'à pH 8,3 à l'aide d'une solution de soude 0,05 N.

2.3.8.2. Mode opératoire

Environ 3 g (m) d'échantillon sont mélangés à 27 ml d'eau distillée pendant 30 min avec un agitateur magnétique. L'étalonnage de l'appareil est effectué avec des solutions étalons à pH=7 et à pH=4. Le produit est agité et les mesures sont effectuées en plongeant l'électrode dans la solution. Le pH initial de la viande est noté et l'acidité titrable est mesurée en notant le volume de solution de soude 0,05 N nécessaire jusqu'au point final 8,3. L'électrode en verre est rincée après chaque mesure avec de l'eau distillée.

2.3.8.3. Méthode de calcul

L'acidité titrable est calculée selon la formule suivante :

$$AT = \frac{V \times C \times 100}{m}$$

Avec :

AT : acidité titrable (meq/100 g)

V : volume de la solution de soude 0,05 N (ml)

C : concentration de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (=0,05 N)

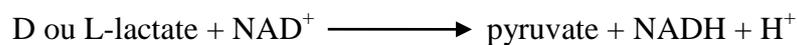
m : masse de l'échantillon (g)

2.3.9. Détermination des teneurs en acides D- et L-lactique

L'acide lactique est le produit de la fermentation du lactose essentiellement due à l'activité microbienne. Sa concentration est fonction de la charge bactérienne et peut constituer un bon indicateur de l'état de conservation de la viande (Wehrmüller , 1990).

2.3.9.1. Principe

Après précipitation des protéines par la solution de Carrez, les dosages des acides D- et L-lactiques sont réalisés avec des kits Enzymatiques 5240D et 5260L (SCIL Diagnostics GmbH, Allemagne) en dosant par spectrophotométrie le NADH produit selon la réaction :



La réaction est catalysée par l'enzyme D-LDH (lactate déshydrogénase) et L-LDH respectivement pour les dosages des acides D- et L-lactiques.

2.3.9.2. Mode opératoire

Environ 2,5 g d'échantillon sont pesés (m) dans une fiole jaugée de 50 ml. 30 ml d'eau distillée sont ajoutés, puis 2,5 ml de la solution de Carrez I (3,6% p/v $\text{C}_6\text{FeK}_4\text{N}_6, 3\text{H}_2\text{O}$) et 2,5 ml de la solution de Carrez II (7,2% p/v $\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) sont additionnés au mélange en agitant entre chaque addition. Afin d'obtenir un pH compris entre 8 et 8,5, la solution de soude 0,1 N de volume 5 ml est introduite dans le mélange. La solution est complétée avec 50 ml d'eau distillée puis filtrée au moyen d'un papier filtre. Les acides D- et L-lactiques sont dosés spectrophotométriquement dans le filtrat selon le protocole présenté en ANNEXE VI.

2.3.9.3. Méthode de calcul

La teneur en acide lactique est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$T_{\text{acide lactique}} = \frac{\Delta A \times V_{\text{cuve}} \times V \times MM_{\text{acide lactique}}}{\varepsilon \times l \times V_{\text{échantillon}} \times m} \times 100$$

Avec :

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

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

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

V : volume d'extraction (50 ml)

- ε : coefficient d'extinction molaire du NADH à 340 nm (6,3 l/mmol/cm)
- l : longueur du trajet optique (1 cm)
- $V_{\text{échantillon}}$: volume d'échantillon (0,1 ml (protocole avec 100 μ l) ou 0,3 ml (protocole avec 300 μ l))
- m : masse de l'échantillon (g)

2.3.10. Mesure de l'indice TBA ou TBARS (NF EN ISO 17025)

La peroxydation des lipides est l'oxydation des lipides insaturés, catalysée par l'enzyme peroxydase. C'est l'une des principales réactions chimiques de dégradation des aliments. Elle peut être déterminée à partir de l'indice TBARS.

2.3.10.1. 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 535 nm.

2.3.10.2. Mode opératoire

Toutes les étapes sont, dans la mesure du possible, réalisées en maintenant les tubes dans la glace. 1 g (m) d'échantillon broyé est introduit dans un tube à centrifuger puis mélangé immédiatement à 100 μ l de butylhydroxytoluène (BHT) et 9,9 ml de chlorure de potassium (KCl) 0,15 M afin de dissoudre la viande. Le mélange est broyé à l'aide d'un broyeur de type Polytron. 0,5 ml du broyat est placé dans un autre tube à centrifuger en verre.

La gamme étalon est préparée à partir d'une solution de TMP (1,1,3,3-tétra méthoxypropane) $6 \cdot 10^{-4}$ M en introduisant dans des tubes à centrifuger les quantités indiquées dans le tableau 3, p. 23. Après chauffage, le TMP se transforme en malondialdéhyde (MDA).

Chaque tube est rempli avec 0,25 ml de TBA et 0,25 ml d'acide trichloroacétique (TCA). La solution est homogénéisée au moyen d'un vortex puis incubée pendant 10 min à 80°C. Les tubes sont ensuite refroidis dans un bain de glace pendant 15 min. Afin de récupérer les aldéhydes, 2 ml de butanol pur sont ajoutés. Le mélange est agité pendant 30 s à l'aide d'un vortex, puis, il est soumis à une centrifugation à 4000 tour/min, pendant 10 min à 4°C. Le surnageant est transféré dans une cuve de spectrophotomètre et l'absorbance est lue à 535 nm. Le zéro est réalisé avec du butanol pur.

Tableau 3 : Méthode de préparation de la gamme étalon pour la mesure de l'indice TBARS

Tubes	1	2	3	4	5	6
[MDA] (µM)	0	6	12	18	24	36
TMP 6.10 ⁻⁴ M (µL)	0	5	10	15	20	30
KCl (µL)	500	495	490	485	480	470

2.3.10.3. Méthode de calcul

La droite d'étalonnage $DO = f([MDA])$, d'équation $DO = a [MDA] + b$, est tracée.

Les indices TBARS des échantillons sont calculés selon la formule :

$$Indice\ TBARS = \frac{\frac{DO - b}{a} \times MM_{MDA}}{100 \times m}$$

Avec :

TBARS : indice TBARS (mg d'équivalent MDA/kg)

DO : densité optique des échantillons (nm)

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

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

m : masse de l'échantillon (g)

2.4 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les germes recherchés dans cette étude ont été dénombrés, isolés et identifiés selon les normes AFNOR. Toutes les manipulations sont effectuées sous hotte à flux laminaire.

2.4.1 Préparation de la solution-mère et des dilutions (NF ISO 6887-2, AFNOR 2004)

Pour le dénombrement de la FAMT et d'*E. coli* ainsi que la recherche de *Salmonella*, 25 g de dés de viande sont broyés à l'aide d'un mortier et d'un pilon stériles puis au robot ménager préalablement nettoyé à l'alcool. Le produit broyé est mélangé pendant 1 min à 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT) préalablement stérile dans un flacon. La suspension obtenue constitue la solution-mère.

Pour les isollements de staphylocoques à coagulase négative et de bactéries lactiques, la solution-mère est obtenue par broyage de 25 g d'échantillon dans 225 ml d'EPT pendant 1 min à l'aide d'un homogénéisateur broyeur de type péristaltique (Stomacher, STAR BLENDER LB 400,

France).

Après revivification de chaque solution-mère pendant 25 min à la température ambiante ($24^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$), la dilution initiale est réalisée au moyen d'une micropipette stérile, en prélevant 1 ml de la solution mère et en les transférant dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique (EP) stérile. A l'aide d'une nouvelle pipette stérile, 1 ml de la première dilution est transféré dans un autre tube. D'autres dilutions décimales sont ainsi préparées jusqu'à l'obtention du nombre de dilutions requis (la préparation des dilutions est présentée schématiquement en ANNEXE III). Toutes les solutions diluées obtenues sont agitées avec soin.

2.4.2 Préparation des milieux de culture

Le milieu de culture déshydraté est dissous dans de l'eau distillée selon un rapport poids/volume déterminé en fonction du type de milieu. Le mélange est chauffé pour assurer la fusion et l'homogénéisation du milieu, puis il est réparti dans des flacons avant d'être autoclavé (le temps et la température de stérilisation sont fonction des milieux de culture). La composition des milieux est détaillée en ANNEXE IV.

2.4.3 Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (NF V 08-011, NF EN ISO 4833, AFNOR 2003)

La FAMT est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge bactérienne globale présente dans un aliment ou sur une surface. Cette flore entraîne rapidement l'altération et rend les aliments impropres à la consommation (Guiraud ,1998).

2.4.3.1. Principe

Après 72 h d'incubation à 30°C , les cellules microbiennes présentes dans l'échantillon sont aptes à former chacune des colonies visibles et distinctes en mélangeant les dilutions décimales de l'homogénat avec la gélose plate count agar (PCA).

2.4.3.2. Mode opératoire

a) Ensemencement et incubation

L'inoculum (de volume 1 ml) provenant de chacune des 6 dilutions successives 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} et 10^{-10} de la solution-mère ci-dessus (§ 2.4.1, p. 23) estensemencé en profondeur et en double dans des boîtes de Petri stériles. Environ 15 ml de milieu PCA, en surfusion et ramené à 47°C , sont coulés dans chacune des boîtes. Le tout est mélangé soigneusement de façon à obtenir une répartition homogène des germes dans la masse du milieu. Les boîtes de Petriensemencées sont retournées (couvercle en dessous) et incubées à l'étuve à 30°C pendant 72 h.

b) Dénombrement

Après incubation, les colonies de tailles et de couleurs différentes se développent. Un comptage des colonies est réalisé sur les boîtes de Petri contenant moins de 300 colonies.

2.4.3.3. Méthode de calcul

Les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies sont retenues. La formule ci-dessous est appliquée pour calculer le nombre N d'UFC/g de FAMT à 30°C, en tant que moyenne pondérée à partir des 2 dilutions successives :

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

Avec :

$\sum a$: somme des colonies comptées sur les boîtes retenues de 2 dilutions successives

V : volume d'inoculumensemencé

n_1 : nombre de boîtes à la 1^{ère} dilution

n_2 : nombre de boîtes à la 2^e dilution

d : facteur de dilution de la 1^{ère} dilution retenue

Si la boîte de Pétri, au niveau de la première dilution choisie, présente moins de 15 colonies, la formule ci-dessous est adoptée pour calculer le nombre N d'UFC/g de FAMT à 30°C :

$$N = \frac{\sum a}{V \times n \times d}$$

Avec :

$\sum a$: somme des colonies des boîtes retenues

V : volume d'inoculumensemencé

n : nombre de boîtes retenues

d : facteur de dilution de la dilution retenue

2.4.4. Dénombrement d'*Escherichia coli* β -glucuronidase positive (NF V08- 031- 2, NF ISO 16649-2, AFNOR 2001)

La recherche d'*Escherichia coli* permet de surveiller la contamination d'origine fécale dans les aliments. Ces germes très abondants dans les matières fécales (80% de la flore aérobie chez l'homme) se développent dans un intervalle de température de 10°C à 45°C avec un optimum à 37°C (Guirad, 1998).

2.4.4.1. Principe

La méthode consiste à ensemencher en profondeur l'échantillon à analyser dans le milieu sélectif gélosé tryptone bile glucuronide (TBX) qui ne laisse pousser que les colonies d'*Escherichia coli* capables de métaboliser l'acide 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucuronique (BCIG). Les colonies caractéristiques sont colorées en bleu.

2.4.4.2. Mode opératoire

a) Ensemencement et incubation

L'ensemencement est réalisé en profondeur. A l'aide d'une micropipette stérile, 1 ml de chacune des dilutions successives (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}) est transféré en double dans des boîtes de Petri. Environ 15 ml du milieu TBX, ramené à 44-47°C, sont coulés dans chacune des boîtes de Petri. Le mélange inoculum-milieu est soigneusement homogénéisé.

Une fois le milieu solidifié, les boîtes retournées sont placées dans l'étuve. L'incubation est conduite à 42°C, pendant 18 à 24 h.

b) Dénombrement

Le comptage des colonies bleues caractéristiques donne les UFC d'*Escherichia coli* β -glucuronidase positive par gramme de produit. Seules les boîtes contenant moins de 300 UFC (unités formant colonies) au total sont prises en compte.

2.4.4.3. Méthode de calcul

Le calcul se fait de la même façon que pour la FAMT.

2.4.5. Recherche des salmonelles (NF V08-013, NF EN ISO 6579, AFNOR 2002)

Les salmonelles sont des bactéries pouvant être à l'origine de toxi-infections alimentaires très graves. Leur présence en quantité, témoignent d'un dysfonctionnement dans la fabrication du produit. On les retrouve généralement dans les viandes, les produits laitiers et les œufs crus, d'où la principale source d'infection pour l'homme.

2.4.5.1. Principe

Cette méthode a pour principe de donner la possibilité aux bactéries *Salmonella* de se développer d'abord dans un milieu liquide non sélectif à 37°C (pré-enrichissement). Etant donné qu'un tel milieu permet aussi à d'autres bactéries de se développer, cette étape est suivie d'un repiquage du milieu d'enrichissement dans un milieu sélectif liquide suivi d'une incubation à 42-43°C pendant 24 h. Ce dernier milieu est inoculé dans un milieu sélectif solide et différentiel et,

après incubation à 37°C pendant 24 h, les colonies qui, de par leur aspect caractéristique (colonies vertes ou bleutées avec ou sans centre noir), sont présumées être des *Salmonella*, sont recherchées. Les caractéristiques biochimiques de l'espèce *Salmonella* sont ensuite étudiées sur ces colonies, pour confirmation.

2.4.5.2. Mode opératoire

a) Pré- enrichissement en milieu liquide non sélectif

La solution-mère préparée dans l'EPT (§ 2.4.1, p. 23) est mise à incuber à 37°C pendant 16 à 20 h.

b) Enrichissement en milieu sélectif liquide

100 µl de suspension mère pré-enrichie sont introduits dans un tube contenant 10 ml d'un bouillon à la malachite verte et au chlorure de magnésium (Rappaport Vassiliadis ou RVS). La culture est incubée à 42°C pendant 18 à 24 h.

c) Isolement et incubation

La culture obtenue (sous forme d'un trouble) dans le milieu sélectif RVS est prélevée avec une anse de platine. Afin d'obtenir des colonies bien isolées, l'inoculum est étalé par la méthode des stries par épuisement à la surface d'une boîte de Petri contenant le milieu d'isolement sélectif solide : Hektoen (HE) et XLD.

Les boîtesensemencées sont renversées et incubées à 37°C pendant 18 à 24 h.

d) Identification et confirmation

Les colonies typiques de *Salmonella* sont vertes ou bleutées avec ou sans centre noir. Si le développement est faible ou s'il n'y a pas de colonies typiques, les boîtes sont ré-incubées à 37°C pendant 24 h.

Des colonies présumées être des *Salmonella* isolées sont repiquées dans le milieu sélectif solide et confirmées au moyen d'essais biochimiques. Il est nécessaire d'ensemencer les milieux en tubes suivants:

➤ Gélose de Kligler-Hajna :

La pente du milieu estensemencée par une strie et le culot par piqûre profonde. Les tubes ne doivent pas être fermés trop hermétiquement. L'incubation dure 18 à 24 h et a lieu à 37°C.

La présence de colonies typiques de *Salmonella* est signalée par une pente alcaline (rouge) et un culot acide (jaune), avec formation de gaz et (dans environ 90% de cas) de sulfure d'hydrogène (H₂S) correspondant au noircissement de la gélose.

Lorsqu'on isole une *Salmonella* lactose positive, la pente de la gélose Kligler-Hajna est jaune. En conséquence, une confirmation préliminaire de culture de *Salmonella* ne doit pas être basée uniquement sur les résultats obtenus à partir de la gélose Kligler-Hajna.

➤ Milieu urée indole :

0,5 ml de milieu urée indole est ensemencé avec les colonies sélectionnées et l'incubation s'effectue à 37°C.

- *Recherche de l'uréase:*
 - En présence d'uréase, le milieu vire au rouge violacé.
 - En absence d'uréase, le milieu demeure inchangé.
- *Recherche de la production d'indole:*

Après 18 h à 24 h d'incubation, 4 à 5 gouttes de réactif de Kovacs sont versées dans le tube ensemencé. La présence d'indole est révélée par l'apparition d'une coloration rouge en forme d'anneau à la partie supérieure du milieu.

2.4.6. Isolement des staphylocoques à coagulase négative (SCN) (NF V08-014-1, NF EN ISO 6888-1, AFNOR 1999)

Les SCN sont reconnus par l'absence de coagulase ce qui les différencie de *Staphylococcus aureus*. Ils jouent un rôle important dans le processus de fermentation en contribuant au développement de la saveur des produits fermentés (www.inra.fr).

2.4.6.1. Principe

Cette méthode repose sur l'étalement de l'inoculum (§ 2.4.1, p. 23) à la surface d'une gélose de Baird-Parker (BP) mélangée avec l'émulsion de jaune d'œuf et du tellurite de potassium. Ce milieu contient diverses substances qui inhibent la croissance de la plupart des germes sans perturber celle des SCN. L'aptitude de ces derniers à réduire le tellurite de potassium dans le milieu a pour résultat l'apparition de colonies noires. Généralement, il n'y a pas de zones transparentes ni opaques car les SCN ne précipitent pas les acides gras produits par la lecithinase, un enzyme qui hydrolyse la lécithine du jaune d'œuf.

2.4.6.2. Mode opératoire

a) Ensemencement et incubation

0,1 ml de chacune des dilutions 10^{-1} et 10^{-2} est déposé à la surface du milieu Baird Parker préalablement coulé dans des boîtes de Petri et additionné de tellurite de potassium et d'émulsion de jaune d'œuf avant utilisation. L'inoculum est réparti soigneusement à l'aide des billes de verre stériles en opérant par des mouvements de va-et-vient. Après solidification, les boîtes sont retournées et incubées à 30°C pendant 24 à 48 h.

b) Isolement et purification

Pour chaque échantillon, deux colonies de couleur noire, sans halo sont isolées et purifiées. La purification s'effectue par repiquages successifs sur gélose nutritive jusqu'à l'obtention d'une colonie bien isolée.

c) Conservation

Le milieu de conservation utilisé est la gélose nutritive. Elle est coulée dans des tubes vissés placés en position inclinée de façon à obtenir une petite pente et un culot profond. Après solidification, la souche estensemencée sur la pente en faisant des stries. Les tubes sont fermés avec leurs bouchons à vis bien serrés. Les souches pures sont conservées par congélation à -20°C pour des analyses ultérieures qui seront réalisées à l'INRA de Clermont Ferrand et au CIRAD de Montpellier.

2.4.7. Isolement des bactéries lactiques (NF V08-030, NF ISO 15214, AFNOR 1998)

Les bactéries lactiques sont présentes naturellement chez l'homme et l'animal et constituent la flore dominante de la partie supérieure du tractus intestinal. En tant que ferments protecteurs dans les produits carnés, ils assurent un rôle inhibiteur de la croissance de bactéries indésirables, responsables de l'altération des aliments ou potentiellement pathogènes.

2.4.7.1. Principe

L'ensemencement de différentes dilutions de la solution-mère (§ 2.4.1, p. 23) se fait en profondeur dans le milieu sélectif gélosé de Man, Rogosa, Sharpe (MRS) qui permet la bonne croissance des bactéries lactiques. Celles-ci sont caractérisées par des colonies arrondies, blanches, bombées et de taille uniforme.

2.4.7.2. Mode opératoire

a) Ensemencement et incubation

1ml de chacune des dilutions 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} est transféré en profondeur et en double dans des boîtes de Pétri stériles. Environ 15 ml du milieu MRS ramené à 44-47 °C sont coulés dans chacune des boîtes. L'inoculum est mélangé afin d'obtenir une répartition homogène des germes dans la masse du milieu.

Après solidification, les boîtes sont retournées (couvercle en dessous) et mises à incuber à 30°C, pendant 24 h à 48 h.

b) Isolement, purification et conservation

Les colonies caractéristiques sont isolées et purifiées sur gélose nutritive. La méthode de conservation est identique à celle des SCN.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses de variance ANOVA ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa-OK, USA). Lorsque la probabilité d'avoir un effet était supérieure à 95%, le test de Fisher a été utilisé pour la comparaison des moyennes.

Troisième partie :

RESULTATS ET DISCUSSION

1. ENQUETES SUR LA PRODUCTION, LA VENTE ET LA CONSOMMATION DU KITOZA DANS LA PROVINCE D'ANTANANARIVO

Au total, 272 personnes ont été enquêtées dont 11 producteurs, 14 revendeurs et 258 consommateurs. Le nombre total de personnes enquêtées est inférieur à la somme des producteurs, revendeurs et consommateurs car certains producteurs sont en même temps des revendeurs. Les lieux d'enquêtes sont présentés en ANNEXE VII. Avant de présenter les résultats des enquêtes, il est important de noter que certaines questions du questionnaire (ANNEXE I) n'ont pas obtenu de réponse ou ont eu des réponses insatisfaisantes. Toutes les données ont été saisies et traitées avec le logiciel *Sphinx Plus 2*.

Les attributs de qualité mis en évidence au cours des enquêtes au niveau de chaque acteur de la filière kitoza (producteur, revendeur et consommateur) sont résumés en ANNEXE VIII.

1.1. LA PRODUCTION DU KITOZA

Différents types de producteurs assurent l'approvisionnement en kitoza de la ville d'Antananarivo comme les boucheries, les charcuteries et quelques unités de production modernes.

1.1.1. Les différents types de kitoza et les ingrédients utilisés

Tous les producteurs interviewés sont pour la plupart des Malgaches des Hauts Plateaux et certains sont des chinois métissés. Ils fabriquent uniquement du kitoza fumé et utilisent comme matières premières la viande de bœuf et la viande de porc. 18,2% des 11 producteurs enquêtés font uniquement du kitoza de bœuf, 27,3% font du kitoza de porc et 54,5% produisent à la fois les deux types de kitoza.

Les principaux ingrédients utilisés sont le sel, l'ail et le gingembre. L'huile est employée par certains producteurs pour garder la souplesse de la viande. La viande utilisée est toujours de la viande fraîche et tendre. Pour la viande de bœuf, les types de viande les plus utilisés sont la tranche fine et le filet. Pour la viande de porc, les morceaux tels que les escalopes et la chair des côtes sont les plus utilisés.

Il est à noter :

- qu'il n'y a pas de kitoza salé/fumés produits par des artisans en zone rurale et au niveau familial en zone urbaine et périurbaine ;
- que les kitoza salés/séchés sont trouvés uniquement au niveau des productions familiales ;
- que les lanières de viande découpées peuvent être vendues telles quelles (c'est-à-

dire crues, sans séchage et/ou fumage) mais ce type de kitoza n'a pas été considéré dans les enquêtes et n'ont pas fait l'objet d'une caractérisation physico-chimique ni microbiologique.

1.1.2. Les différents types de fumoir

Les fumoirs sont faits en briques ou en tôle ou sont constitués de fûts. La source de chaleur est le charbon de bois ou le bois de chauffe.

➤ *Fumoir en briques* (figure 3a, p. 32) : il mesure 2 m de hauteur et 1 à 1,50 m de large. Les crochets sont situés à 1,50 m de la source de chaleur placée dans la partie inférieure. L'ouverture du four (figure 3a (1)) mesure 0,7 m sur 0,7 m. La fumée sort par une cheminée située au sommet du fumoir. L'avantage des fumoirs en briques est qu'ils sont durables.

➤ *Fumoir en tôle* (figure 3b, p. 33) : il mesure 2 m de haut sur 1m de long et 50 cm de large. Les crochets se trouvent à 1 m au-dessus du feu situé dans la partie inférieure du dispositif.

➤ *Fumoir en fût* (figure 3c, p. 33) : il est fabriqué à partir d'un bidon standard de 200 litres. Les crochets sont situés dans la partie haute du fût et le feu est en-dessous. Une ouverture est pratiquée au sommet pour placer une cheminée en zinc.

L'inconvénient des fumoirs en tôle et en fût est qu'ils peuvent rouiller.



(1) Ouverture du four (aération)



Source de chaleur (foyer pour le feu)

Figure 3a : Modèle de fumoir en briques

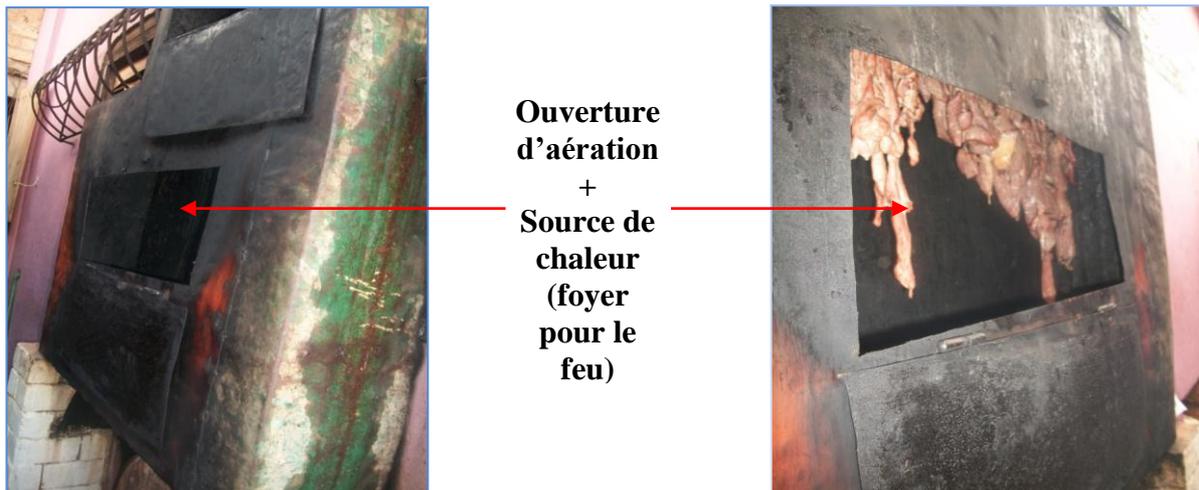


Figure 3b : Modèle de fumoir en tôle

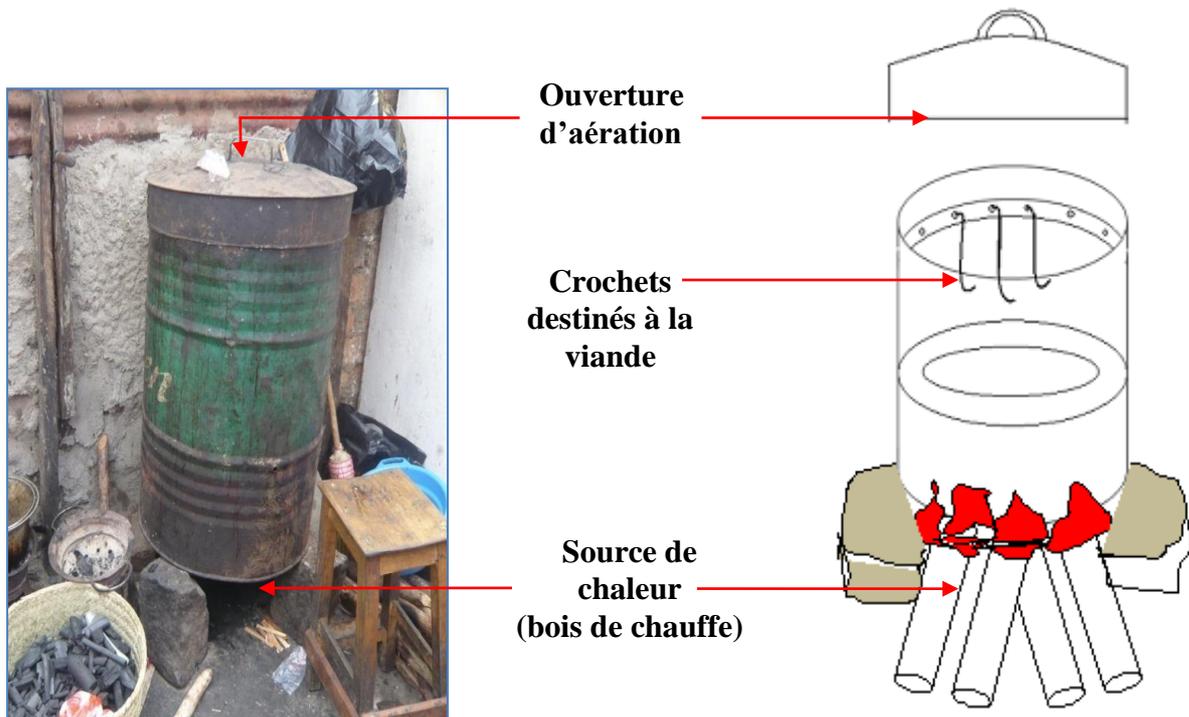


Figure 3c : Modèle de fumoir en fût

1.1.3. La commercialisation du kitoza

Le commerce du kitoza dans la ville d'Antananarivo est en pleine expansion. Il est maintenant largement vendu aussi bien auprès des boucheries et des gargotes que dans les charcuteries et les supermarchés de la capitale. Les revendeurs de kitoza fumés sont pour la plupart les producteurs eux-mêmes mais certains sont uniquement des revendeurs.

A Antananarivo, le kitoza est vendu sous diverses formes : cru dans les boucheries, cuit dans les gargotes, sec et fumé dans les charcuteries et les supermarchés.

En général, les critères de qualité pour la commercialisation du produit sont la bonne présentation et le goût fumé. Par bonne présentation, on entend l'aspect du produit, l'exposition en vitrine, la propreté de la boutique et du vendeur.

Le kitoza fumé coûte assez cher. Son prix varie de 16000 à 25000 Ariary/kg (6,15 à 9,6 euros/kg), quelle que soit la matière première (bœuf ou porc).

1.2. LA CONSOMMATION DU KITOZA

1.2.1. Les différents types de plats consommés avec le kitoza

Le vary sosoa (bouillon de riz) et le vary amin'anana (bouillon de riz et de légume-feuilles) sont les plats consommés préférentiellement avec le kitoza. 81% des consommateurs enquêtés consomment le kitoza (salé/fumé cru et salé/séché cuit) avec du vary sosoa ; 62% avec du vary amin'anana au petit déjeuner ou au dîner (tableau 4).

Tableau 4 : Plats consommés avec le kitoza en fonction de la fréquence de consommation

Plats consommés avec le kitoza	Fréquence de consommation (%)
Kitoza (consommé seul)	7,36
Vary sosoa	81
Vary amin'anana	62,1
Vary maina (riz sec)	18,2
Pâtes	5,03
Pain	1,16
Tsaky toaka (en accompagnement de l'alcool)	8,13
Brèdes	5,03
Légumes	3,1
Soupe	2,32
Salade	3,1
Sauce pimentée	0,77

Remarque : le total des fréquences est supérieur à 100% compte tenu du fait qu'un consommateur peut accompagner le kitoza de plusieurs plats possibles.

Par ailleurs, 71% des consommateurs enquêtés consomment du kitoza salé/fumé ou du kitoza salé/séché, 50% d'entre eux consomment du kitoza de bœuf et 21% du kitoza de porc. 29 % des consommateurs enquêtés ne consomment donc pas de kitoza. Ils consomment cependant des lanières de viande de bœuf ou de porc qui ne sont ni salées, ni séchées ni fumées (mais également appelées kitoza) vendues cuites chez les vendeuses de rue en accompagnement du riz. Dans ce cas, le kitoza est vendu en tranches de 100 Ariary (0,03 euros).

Peu de ménages consomment du kitoza fumé acheté auprès des producteurs, mais la plupart (70%) achètent de la viande ou de la viande déjà découpée en lanières auprès des boucheries et préparent le kitoza salé/séché chez eux.

1.2.2. La fréquence de consommation du kitoza

La quantité de kitoza achetée va de 125 g à 250 g pour la majorité des ménages et le prix varie de 700 à 1500 Ariary (0,3 à 0,8 euros) respectivement pour la viande de bœuf et 1000 à 2000 Ariary (0,4 à 0,8 euros) pour la viande de porc.

Le kitoza est un plat qui coûte assez cher et c'est pour cette raison que 78,68% des ménages à haut revenu et à revenu moyen (85,65%) consomment du kitoza fumé ou séché (tableau 5). Les ménages à faible revenu n'en consomment qu'auprès des vendeuses de rue pour une valeur de 100 Ariary (tranche d'environ 10 g) ou achètent une quantité de 125 g de kitoza cru.

Tableau 5 : Fréquence de consommation du kitoza en fonction de la classe sociale des consommateurs

Classes sociales	Fréquence de consommation du kitoza (%)
Ménage à faible revenu	70,93
Ménage à revenu moyen	85,65
Ménage à haut revenu	78,68

1.2.3. Diagramme de fabrication des kitoza salés/fumés et salés/séchés

Les enquêtes réalisées ont permis de construire le diagramme des procédés de fabrication du kitoza, c'est-à-dire l'ensemble des opérations réalisées par les producteurs et les consommateurs qui fabriquent du kitoza pour leur propre consommation (figure 4, p. 36).

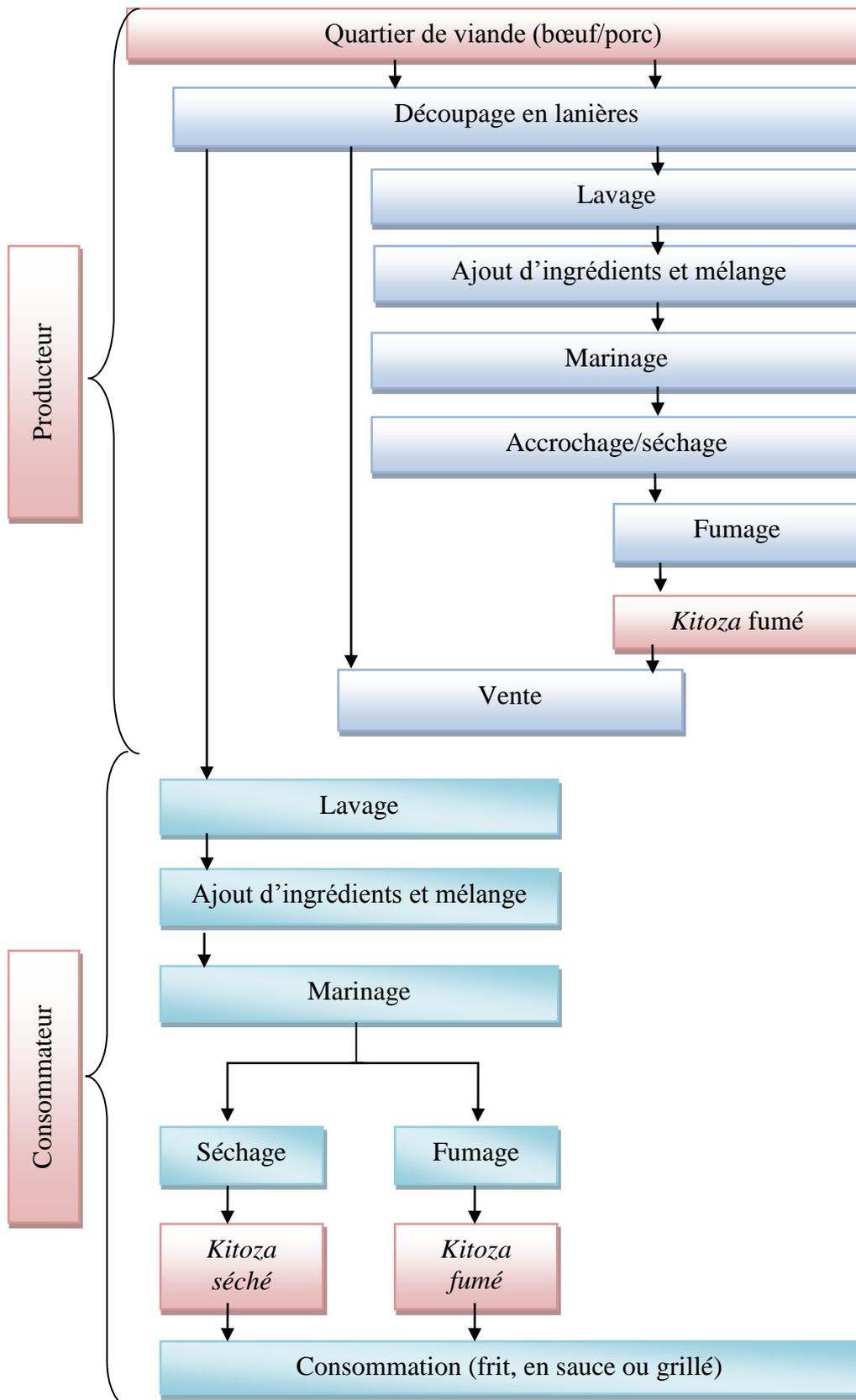


Figure 4 : Diagramme des procédés de fabrication du kitoza

La viande est transportée en voiture (pour 73% des producteurs enquêtés), à moto (5%) ou à pied (21,5%) dans des sachets ou sur une bâche (transport en voiture) jusqu'au lieu de

production. Elle est tout d'abord découpée en lanières puis lavée. Durant la découpe en lanières, les tendons et le gras (selon chacun) sont enlevés. Puis, les ingrédients sont ajoutés et mélangés. Pour que la viande s'imprègne bien des ingrédients, un marinage de 1 à 24 h est nécessaire. Ensuite, le kitoza est accroché le temps nécessaire pour qu'il sèche, généralement 1 h pour les kitoza destinés à être fumés. Pour les kitoza salés/séchés, la durée de séchage est indéfinie, elle varie selon les consommateurs. Le kitoza ainsi produit se conserve quelques semaines s'il est bien sec. Pour les kitoza salés/fumés, la durée de l'opération de fumage dépend de chaque producteur. Elle peut aller de 45 min à 2 h 30 min et entraîne une perte en eau de 25% de la matière première.

Selon les producteurs, le kitoza de porc fumé est le plus recherché et il est aussi le plus apprécié par les consommateurs. Par contre, le kitoza de bœuf est le plus fréquemment rencontré au niveau des ménages qui consomment du kitoza séché.

2. CARACTERISTIQUES DES PRODUITS FINIS

2.1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Les caractéristiques physico-chimiques de 30 échantillons de kitoza de porc ont été déterminées selon les méthodes décrites au § 2.3 (p. 14). Les résultats ont été soumis aux analyses statistiques (§ 2.5, p. 31). Pour les 30 échantillons de kitoza de porc analysés, la moyenne (M), l'écart-type (ET) et les valeurs minimale (Min) et maximale (Max) de chacun des paramètres sont présentés dans le tableau 6 (p. 38).

Des analyses de variance (ANOVA) ont été entreprises pour le facteur « type de kitoza » et le facteur « type et zone de prélèvement ». Les résultats sont également présentés dans le tableau 6. Pour chaque paramètre physico-chimique, « p type » est la probabilité que les moyennes des kitoza salés/fumés (n=15) et des kitoza salés/séchés (n=15) soient significativement différentes. « p type et zone » est la probabilité que les moyennes des différents types de kitoza provenant des différentes zones d'échantillonnage (salés/fumés zone urbaine (n=5), salés/fumés zone périurbaine (n=5), salés/fumés zone rurale (n=5), salés/séchés zone urbaine (n=7), salés/séchés zone périurbaine (n=3) et salés/séchés zone rurale (n=5)), soient différentes. Les résultats bruts sont présentés en ANNEXE IX.

Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques des kitoza de porc (n=30).

Paramètres	M	ET	Min	Max	p type	p type et zone	
Teneur en eau (g/100 g)	41,1	12,9	13,7	60,7	$1,9.10^{-7}$ ***	0,000036***	
Teneur en sel (g/100 g)	3,4	1,7	1,3	6,8	0,0052**	0,0076**	
Aw	0,89	0,08	0,65	0,98	$2,6.10^{-7}$ ***	0,00010***	
Teneur en lipides (g/100 g)	18,1	9,8	7,2	51,8	0,6	0,017*	
Teneur en protéines (g/100 g)	40,7	9,1	23,3	56,6	0,7	0,8	
Teneur en phénols (mg/100 g)	<i>Kitoza fumés</i>	3,25	1,98	0,4	6,0	0,000009***	0,0011**
	<i>Kitoza séchés</i>	0,45	0,36	0,04	1,40		
pH	6,29	0,47	5,08	7,06	0,021*	0,017*	
Acidité titrable (meq/100 g)	9,9	3,5	3,3	17,5	0,7	0,4	
Teneurs en acide D-lactique (g/100 g)	0,139	0,158	<0,014	0,667	0,9	0,069	
Teneurs en acide L-lactique (g/100 g)	0,23	0,27	0,02	1,00	0,029*	0,025*	
Indice TBARS (mg d'équivalent MDA.kg-1)	3,61	3,88	0,05	12,45	0,000001***	0,00036***	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

2.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau des kitoza de porc varie de 13,7 à 60,7 g/100 g avec une moyenne estimée à $41,1 \pm 12,9$ g/100 g.

Les analyses de variance ANOVA mettent en évidence une différence significative entre les deux types de kitoza ($p \leq 0,001$) et entre les différents types de kitoza des différentes zones de

prélèvement ($p \leq 0,001$) (tableau 6, p. 38). Les moyennes des différents groupes sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7 : Teneur en eau des kitoza de porc

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
49,2±6,3 ^b (n=5)	52,9±8,8 ^b (n=5)	51,6±5,8 ^b (n=5)	33,8±2,5 ^a (n=7)	24,7±10,8 ^a (n=3)	31,0±12,5 ^a (n=5)
Moyenne = 51,2±1,9 ^a (n=15)			Moyenne = 31,1±2,1 ^b (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

Ainsi, la teneur moyenne en eau des kitoza salés/fumés (51,2±1,9 g/100 g) est significativement supérieure à celle des kitoza salés/séchés (31,1±2,1 g/100 g). Pour chacun, il n'y a pas de différence significative entre les zones pour un même type de kitoza.

2.1.2. Teneur en sel

Les échantillons de kitoza de porc montrent comme teneur en sel une moyenne de 3,4±1,7 g/100 g. Cependant, cette teneur varie de 1,3 à 6,8 g/100 g.

Les analyses de variance montrent un effet du type de kitoza ($p \leq 0,01$) (tableau 6, p. 38). La teneur en sel des kitoza salés/fumés est significativement plus basse que celle des kitoza salés/séchés (2,6±1,1 et 4,2±1,76 g/100 g respectivement) (tableau 8, p. 40).

Il existe également des différences entre les six groupes de kitoza ($p \leq 0,01$) mais les différences sont difficilement explicables. En effet, la teneur en sel des kitoza salés/fumés de la zone rurale est significativement plus élevée que celle des échantillons de la zone périurbaine (2,9±1,7 et 2,2±0,5 g/100 g respectivement), mais voisine de celle de la zone urbaine (2,7±0,9 g/100 g). La teneur en sel des kitoza salés/séchés de la zone urbaine est plus grande que celle des kitoza prélevés en zone périurbaine (5,2±1,6 et 2,4±1,7 g/100 g respectivement) mais proche de celle des échantillons de la zone rurale (4,0±1,3 g/100 g).

Tableau 8 : Teneur en sel des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
2,7±0,9 ^{ab} (n=5)	2,2±0,5 ^a (n=5)	2,9±1,7 ^{ab} (n=5)	5,2±1,6 ^c (n=7)	2,4±1,7 ^{ab} (n=3)	4,0±1,3 ^{bc} (n=5)
Moyenne = 2,6±1,1 ^a (n=15)			Moyenne = 4,2±1,76 ^b (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.1.3. Activité de l'eau (Aw)

L'Aw moyenne des kitoza de porc est de 0,89±0,08 avec un minimum de 0,65 et un maximum de 0,98 (tableau 6, p. 38).

Le traitement statistique des résultats met en évidence une différence significative entre les deux types de kitoza ($p \leq 0,001$) et entre les six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de prélèvement ($p \leq 0,001$). Les moyennes sont présentées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Aw des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
0,94±0,019 ^a (n=5)	0,96±0,008 ^a (n=5)	0,95±0,29 ^a (n=5)	0,83±0,0 ^b (n=7)	0,85±0,03 ^b (n=3)	0,81±0,11 ^b (n=5)
Moyenne = 0,96±0,02 ^a (n=15)			Moyenne = 0,83±0,07 ^b (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

Les Aw moyennes sont de 0,96±0,02 et 0,83±0,07 respectivement pour les kitoza salés/fumés et les kitoza salés/séchés. L'Aw des kitoza salés/séchés est significativement plus faible que celle des kitoza salés/fumés. Il n'y a pas de différence significative entre les zones pour un même type de kitoza.

2.1.4. Teneur en lipides totaux

Le kitoza de porc comporte en moyenne une teneur en lipides totaux de 18,1±9,8 g/100 g. Cette teneur varie beaucoup, de 7,2 à 51,8 g/100 g (tableau 6, p. 38).

Il n'y a pas de différence significative entre les deux types de kitoza. Par contre, il existe des différences entre les six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de prélèvement ($p \leq 0,05$) (tableau 6, p. 38). Le kitoza salé/séché provenant de la zone périurbaine (tableau 10) contient significativement plus de lipides (36 g/100 g) que les autres. Cela est difficilement explicable et provient sans doute de la matière première plus que de la transformation.

Tableau 10 : Teneur en lipides totaux des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
17,9±5,3 ^a (n=5)	15,2±3,0 ^a (n=5)	19,0±9,1 ^a (n=5)	13,7±5,1 ^a (n=7)	36,0±17,1 ^b (n=3)	15,9±9,8 ^a (n=5)
Moyenne = 17,4±2,0 ^a (n=15)			Moyenne = 18,9±8,3 ^a (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.1.5. Teneur en protéines

Le kitoza de porc renferme en moyenne une teneur en protéines de 40,7±9,1g/100 g. Elle est comprise entre 23,3g/100 g et 56,6 g/100 g (tableau 6, p. 38). Il n'y a pas de différence significative entre les deux types et entre les six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de production.

2.1.6. Teneur en phénols totaux

Le tableau 6 (p. 38) indique que les kitoza de porc salés/fumés possèdent une teneur moyenne en phénols totaux de 3,25±1,98 mg/100 g. Elle varie de 0,4 mg/100 g à 6 mg/100 g. Pour les kitoza salés/séchés, la teneur moyenne en phénols totaux est de 0,45±0,36 mg/100 g avec un minimum et un maximum respectivement de 0,04/100 g et 1,4 mg/100 g. Bien que non fumés, certains présentent une teneur non nulle qui peut s'expliquer par le fait que le kitoza est mis à sécher au soleil la journée et dans la cuisine où peut se trouver un foyer la nuit. Malgré cela, les teneurs en phénols totaux des kitoza de porc salés/fumés sont significativement plus élevées que celles des kitoza salés/séchés ($p \leq 0,0001$, tableau 6, p. 38).

Pour chacun, il n'y a pas de différence entre les zones (tableau 11, p. 42).

Tableau 11 : Teneur en phénols totaux des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
3,35±2,18 ^c (n=5)	2,53±1,79b ^c (n=5)	3,88±2,14 ^c (n=5)	0,44±0,28 ^a (n=7)	0,41±0,18 ^{ab} (n=3)	0,48±0,57 ^a (n=5)
Moyenne = 3,25±1,98 ^b (n=15)			Moyenne = 0,45±0,36 ^a (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.1.7. pH

Les échantillons de kitoza possèdent un pH moyen de 6,29±0,47. Il varie de 5,08 à 7,06 (tableau 6, p. 38). Le pH d'une viande de porc fraîche est de l'ordre de 6,8 sitôt après la saignée de l'animal. Après ressuage, ce pH se situe entre 5,7 et 6,2 (Laurent, 1981). Cependant, nos résultats montrent que 7 échantillons de kitoza salés/fumés et 13 salés/séchés ont respectivement un pH au-dessus de 6,2 et 6,8. Ceci pourrait être dû au fait que la viande a été transformée juste après abattage.

Les analyses de variance indiquent une différence significative entre les deux types de kitoza ($p \leq 0,05$). Le pH des kitoza salés/fumés est plus acide (6,09±0,54) que celui des kitoza salés/séchés (6,48±0,30) (tableau 12).

La comparaison des moyennes des pH des six groupes de kitoza de porc montre que le pH des kitoza salés/fumés de la zone urbaine est significativement plus faible que celui des deux autres zones.

Tableau 12 : pH des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
5,68±0,48 ^b (n=5)	6,22±0,55 ^a (n=5)	6,37±0,36 ^a (n=5)	6,34±0,25 ^a (n=7)	6,64±0,20 ^a (n=3)	6,58±0,36 ^a (n=5)
Moyenne = 6,09±0,54 ^b (n=15)			Moyenne = 6,48±0,30 ^a (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.1.8. Acidité titrable

Le taux d'acidité libre est compris entre 3,3 meqv./100 g et 17,5 meqv./100 g avec une moyenne estimée à $9,9 \pm 3,5$ meqv./100 g (tableau 6, p. 38).

Il n'y a pas d'effet ni du type ni de la zone de production.

2.1.9. Teneurs en acides D- et L-lactiques

2.1.9.1. Acide D-lactique

Sur 30 échantillons, 2 échantillons de kitoza salés/fumés et 3 salés/séchés ont une teneur en acide D-lactique inférieure au seuil de détection (0,014 g/100 g). En considérant que la teneur en acide D-lactique des échantillons inférieurs au seuil de détection est égale au seuil de détection, la teneur en acide D-lactique moyenne des kitoza de porc est de $0,139 \pm 0,16$ g/100 g. Elle varie de $\leq 0,014$ g/100 g à 0,667 g/100 g (tableau 6, p. 38). Par rapport au saucisson sec de France, pour lequel la teneur en acide D-lactique varie de 0,30 à 0,70 g/100 g (Solignat, 1997, non publié, cité par Durand, 1999), 2 kitoza salés/fumés et 3 salés/séchés ont une teneur de ces valeurs.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux types de kitoza ou les six groupes des produits classés par type et zone de production.

2.1.9.2. Acide L-lactique

La teneur en acide L-lactique moyenne des kitoza de porc est de $0,23 \pm 0,27$ g/100 g. Elle varie de 0,02 g/100 g à 1,00 g/100 g (tableau 6, p. 38). Pour 14 échantillons de kitoza salés/fumés et 15 salés/séchés sur les 30 échantillons analysés, cette teneur est inférieure à celle du saucisson sec qui est de 0,40 à 0,70 g/100 g (Solignat, 1997, non publié, cité par Durand, 1999).

Les analyses de la variance montrent une différence significative entre les deux types de kitoza ($p \leq 0,05$). Les teneurs en acide L-lactique moyennes sont de $0,34 \pm 0,32$ g/100 g pour les kitoza salés/fumés et de $0,13 \pm 0,15$ g/100 g pour les kitoza salés/séchés (tableau 13, p. 44). Les kitoza salés/fumés de la zone urbaine ont une teneur plus élevée que ceux de la zone rurale ce qui est sans doute dû à la variabilité de la teneur en acide lactique de la matière première.

Tableau 13 : Teneur en acide L-lactique des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
0,56±0,32 ^b (n=5)	0,03±0,34 ^{ab} (n=5)	0,15±0,20 ^a (n=5)	0,06±0,03 ^a (n=7)	0,17±0,09 ^a (n=3)	0,20±0,02 ^a (n=5)
Moyenne = 0,34±0,32 ^b (n=15)			Moyenne = 0,13±0,15 ^a (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.1.10. Indices TBARS

L'indice TBARS (teneur en TBA) des échantillons de kitoza est en moyenne de 3,61±3,88 mg/kg. Il varie de 0,05 mg/kg à 12,45 mg/kg (tableau 6, p. 38).

Les kitoza salés/fumés et les kitoza salés/séchés sont significativement différents (p<0,001) et présentent respectivement un indice TBARS moyen de 0,7±0,8 et 6,5±3,5 mg/kg (tableau 14). Pour chacun, il n'y a pas de différence significative entre les zones.

Tableau 14 : Indices TBARS des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
1,41±1,1 ^a (n=5)	0,47±0,1 ^a (n=5)	0,26±0,1 ^a (n=5)	6,93±4,1 ^b (n=7)	5,61±1,2 ^b (n=3)	6,44±4,13 ^b (n=5)
Moyenne = 0,7±0,8 ^a (n=15)			Moyenne = 6,50±3,5 ^b (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.2. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

Les caractéristiques microbiologiques ont été déterminées selon les méthodes décrites au § 2.4, p. 23 et les résultats ont été soumis aux analyses statistiques (§ 2.5, p. 30).

2.2.1. Flore aérobie mésophile totale

Après 72 h d'incubation des échantillons de kitoza à 30°C, des colonies bactériennes

apparaissent à la surface de la gélose PCA (figure 5). Elles ont des couleurs variables (blanc, jaune...). Leur taille varie de 1 mm à 4 mm de diamètre.

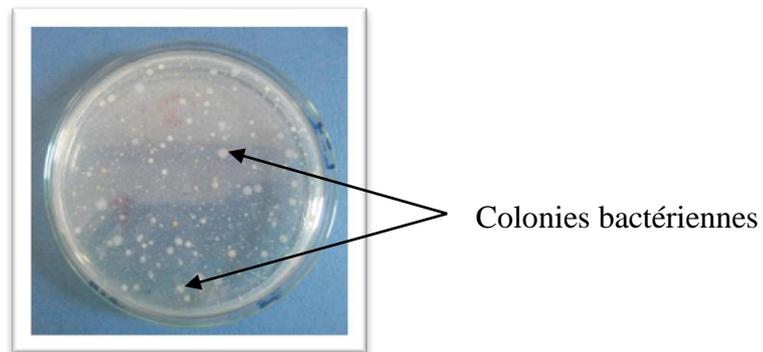


Figure 5 : Colonies caractéristiques de FAMT sur gélose PCA à 30°C

Tous les échantillons analysés ont révélé la présence de FAMT. Sa concentration varie entre 7,8 log₁₀ UFC/g et 11,3 log₁₀ UFC/g. La charge microbienne relative est en moyenne de 9,3±1,0 log₁₀ UFC/g. Selon les lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire du Conseil canadien des normes (2009), les concentrations acceptables en FAMT pour les saucisses fumées doivent être inférieures ou égales à 7 log₁₀. Au-dessus de 8 log₁₀, elles sont inacceptables. Pour les saucissons secs, ces valeurs seuils sont 5 log₁₀ et 6 log₁₀ respectivement (tableau 15). Les kitoza de porc ont une charge beaucoup plus importante. Ceci indique de mauvaises pratiques telles que la conservation pendant une durée trop longue et/ou des manipulations des produits dans des conditions d'hygiène défectueuses. Parfois, ces bactéries aérobies peuvent provoquer la contamination globale de la viande durant la manipulation, depuis l'abattage jusqu'à la fabrication du produit.

Il n'y a pas de différence significative entre les types de kitoza ni entre les six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de prélèvement (tableau 16).

Tableau 15 : Concentrations en FAMT pour les saucisses fumées et les saucissons secs selon le conseil canadien des normes

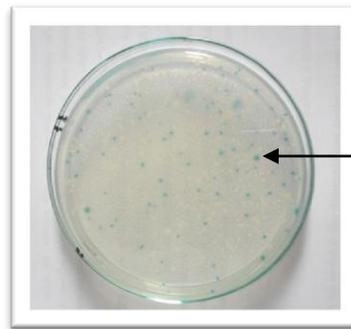
Concentrations (log ₁₀ UFC/g)	Saucisses fumées	Saucissons secs
Acceptables	≤7 log ₁₀	≤5 log ₁₀
Inacceptables	>8 log ₁₀	>6 log ₁₀

Tableau 16 : Concentration en FAMT à 30°C des kitoza de porc (n=30)

Paramètres	M	ET	Min	Max	p type	p type et zone
FAMT 30°C (log ₁₀ UFC/g)	9,3	1,0	7,8	11,3	0,4	0,5

2.2.2. *Escherichia coli* β-glucuronidase positive

Après 24 h d’incubation à 42°C, les colonies caractéristiques d’*E. coli* β-glucuronidase positive sont bleues, sur la gélose TBX, dues à l’hydrolyse de l’acide 5-bromo-4 chloro-3-indolyl β-D-glycuronique du milieu TBX par l’enzyme β-glucuronidase d’*E. coli* (figure 6).



Colonie caractéristique d’*E. coli* β-glucuronidase positive

Figure 6 : Colonies caractéristiques d’*E. coli* β-glucuronidase positive sur gélose TBX à 42°C

Parmi les 30 échantillons, 12 sont inférieurs au seuil de détection (0,7 log₁₀ UFC/g). Pour les 18 autres échantillons, la charge microbienne moyenne relative à *E. coli* β-glucuronidase est de 3,5 log₁₀ UFC/g (tableau 17). La présence d’*E. coli* dans un aliment prêt à consommer est le signe d’une présence potentielle de pathogènes entériques dans cet aliment et, de ce fait, rend ce dernier à risque pour la consommation humaine. Le Conseil canadien des normes précise que les concentrations acceptables en *E. coli* dans les saucisses fumées, sèches et les saucissons secs doivent être inférieures ou égales à 10. Au-dessus de 2 log₁₀, elles sont inacceptables (tableau 18).

Tableau 17 : Concentration en *Escherichia coli* β-glucuronidase positive des kitoza de porc

Paramètres	M	ET	Min	Max	p type	p type et zone
<i>Escherichia coli</i> β-glucuronidase positive (log ₁₀ UFC/g)	< 0,7 (n=12) 3,5 (n=18)	1,3	<0,7	5,2	3,38.10 ⁻⁸ ***	0,000029***

*** p ≤ 0,001

Tableau 18 : Concentrations en *E. coli* pour les saucisses fumées et les saucissons secs selon le conseil canadien des normes

Concentrations (log ₁₀ UFC/g)	Saucisses fumées	Saucissons secs
Acceptables	≤10	≤10
Inacceptables	>2 log ₁₀	>2 log ₁₀

Une différence significative se voit en termes de concentration en *E. coli* sur les deux types de kitoza ($p \leq 0,001$) que la probabilité soit calculée sur les 18 échantillons supérieurs au seuil de détection ou sur les 30 échantillons en considérant que les échantillons inférieurs au seuil de détection ont une charge microbienne égale au seuil de détection. En utilisant le second mode de calcul, la charge microbienne en *E. coli* moyenne des kitoza salés/séchés est de $3,8 \pm 1,3 \log_{10}$ UFC/g ce qui est considérée inacceptable et est plus élevée que la charge des kitoza salés/fumés ($1,0 \pm 0,7 \log_{10}$ UFC/g) qui elle est acceptable (tableau 19). Pour chaque type de kitoza, il n'y a pas de différence entre les zones.

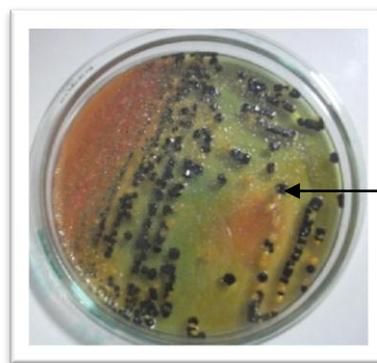
Tableau 19 : Concentration en *Escherichia coli* des kitoza de porc selon leur type et leur zone de prélèvement

Kitoza salés/ fumés			Kitoza salés/séchés		
Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale	Zone urbaine	Zone périurbaine	Zone rurale
$0,9 \pm 0,3^a$ (n=5)	$0,9 \pm 0,4^a$ (n=5)	$1,4 \pm 1,1^a$ (n=5)	$3,8 \pm 1,6^b$ (n=7)	$3,7 \pm 1,4^b$ (n=3)	$3,8 \pm 0,9^b$ (n=5)
Moyenne = $1,0 \pm 0,7^a$ (n=15)			Moyenne = $3,8 \pm 1,3^b$ (n=15)		

Sur une même ligne, des valeurs suivies d'une lettre différente en exposant sont significativement différentes au seuil de 5%.

2.2.3. Salmonelles

Dans tous les échantillons prélevés, *Salmonella* est absente dans 25 g du produit analysé. Lors des tests de confirmation, aucune colonie suspectée d'être *Salmonella* n'a donné de réaction positive. La figure 7 montre des colonies présumées de *Salmonella* et la figure 8, p. 48 présente les résultats obtenus après le test de confirmation sur géloses pentes KIA (Kligler Iron Agar) et Urée indole (UI), après 24 h d'incubation à 37°C.



Colonies présumées de *Salmonella*

Figure 7 : Colonies présumées de *Salmonella* à 37°C sur gélose HE après 24h d'incubation



Figure 8 : Test de confirmation sur géloses pentes KIA et UI après 24 h d'incubation

2.2.4. Isolement des staphylocoques à coagulase négative (SCN) et bactéries lactiques (BL)

La figure 9 (a) montre les colonies caractéristiques des SCN, après 48 h d'incubation à 37°C. Après 24 à 48 h d'incubation, à 30°C, des colonies caractéristiques des BL sont visibles dans le milieu MRS (figure 9 b).



a)



b)

Figure 9 : Colonies caractéristiques (a) des staphylocoques à coagulase négative à 37°C et (b) des bactéries lactiques à 30°C

Les colonies de SCN et BL sont par la suite isolées et conservées par congélation à -20°C pour des analyses ultérieures qui seront réalisées à l'INRA de Clermont-Ferrand et au CIRAD de Montpellier.

3. DISCUSSION GENERALE

Parmi les différents types de kitoza, le kitoza de porc fumé est le plus produit et le plus apprécié par les consommateurs. Par comparaison au kitoza de bœuf, il coûte assez cher (20 000 à 25 000 Ariary/kg soit 7,6 à 9,6 euros). C'est pour cette raison que 50% des consommateurs enquêtés déclarent avoir consommé du kitoza de bœuf et 21,44% du kitoza de porc.

Les technologies utilisées pour le fumage du kitoza varient beaucoup selon les producteurs : certains utilisent un fumoir et un conservateur (salpêtre) éventuellement. Cependant, les producteurs des kitoza salés/fumés en zone urbaine et périurbaine n'ont pas intérêt à obtenir des produits trop déshydratés du fait des faibles rendements engendrés et ne correspondant pas au goût des consommateurs. Par conséquent, la durée de fumage est plus courte.

En zone urbaine et périurbaine, les consommateurs achètent des lanières de viande prêtes auprès des bouchers et consomment leur kitoza rapidement après achat. Ils peuvent aussi découper eux-mêmes la viande. Ceux qui possèdent des réfrigérateurs peuvent conserver le produit. En zone rurale, le produit doit avoir une meilleure aptitude à la conservation le plus souvent à température ambiante. Le kitoza est séché jusqu'à consommation, voire fumé quand la conservation se fait au-dessus d'un feu de bois. Les kitoza salés/séchés et salés/fumés retrouvés en zone rurale sont donc produits uniquement au niveau des ménages pour leur propre consommation.

Pour les producteurs et les revendeurs, les attributs de qualité du kitoza qui ressortent des enquêtes sont la couleur doré/marron, la tendreté, le goût fumé, la propreté de la boutique et la présentation du produit en sachet ou dans une vitrine tandis que pour les consommateurs, ce sont la couleur doré/marron et rouge, la tendreté, le goût de viande sèche (pour les kitoza salés/séchés), le goût fumé (pour les kitoza salés/fumés), et la propreté.

En moyenne, les kitoza de porc contiennent environ 40% d'eau, 20% de lipides et 40 % de protéines. Ces teneurs sont très variables : 14 à 60% pour l'eau ; 7 à 50% pour les lipides et 23 à 56% pour les protéines.

En comparaison, la viande de porc fraîche contient 60 à 70% d'eau, 10 à 20% de lipides et 20% de protéines (Craplet *et al.*, 1979). Les kitoza contiennent donc moins d'eau et plus de lipides et de protéines du fait du séchage. Sa teneur en lipides est voisine de celle des autres produits de salaison de porc retrouvés dans les pays tropicaux tels que le boucané et l'unam inung (24,2% à 49,1% et 24,0% à 44,5% respectivement) (Solomon *et al.*, 1994 ; Poligne *et al.*, 2001). Sa teneur en protéines est supérieure à celle de l'unam inung (14,7 à 20,2%) (Solomon *et al.*, 1994).

Les kitoza salés/séchés sont en moyennes plus déshydratés que les kitoza salés/fumés et également plus salés. Ce dernier point est le fait soit d'une plus grande imprégnation en sel soit d'une plus grande concentration du sel du fait de la plus forte réduction de la teneur en eau dans les produits salés/séchés.

Il en résulte que l'activité en eau des kitoza salés/séchés est plus faible (0,83) que celle des salés/fumés (0,96). La figure 11, p. 50 montre que les kitoza salés/fumés sont majoritairement

classés dans les aliments à haute teneur en eau alors que les kitoza salés/séchés sont pour la plupart dans la zone des aliments à humidité intermédiaire (Leistner et Rödel, 1976).

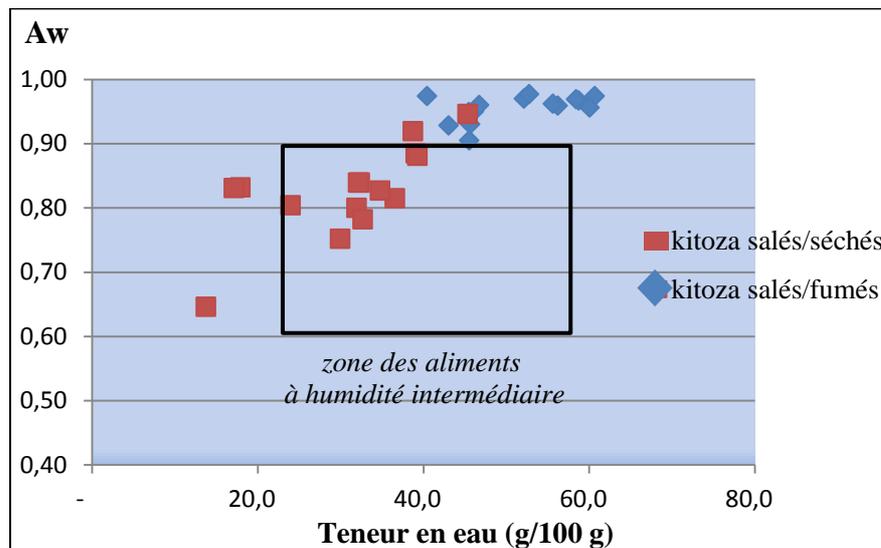


Figure 10 : Distribution des kitoza de porc en fonction de la teneur en eau et l'Aw

La teneur et l'activité en eau élevées des kitoza salés/fumés peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs dont la localisation du muscle, la température et la durée de salage ainsi que le degré de déshydratation au cours de la transformation des produits ou encore une reprise d'humidité avant la vente des produits (Robert et Lanore, 1989).

Par ailleurs, la teneur en phénols des kitoza salés/fumés (3,25 mg/100 g en moyenne) intervient également dans leur capacité de conservation. Parmi les produits similaires au kitoza de porc salés/fumés, le porc boucané présente une teneur en eau comprise entre 24,0% et 37,3%, une teneur en sel qui varie de 3,9% à 18,6%, une Aw de 0,75 à 0,84 et une teneur en phénols allant de 3,0 à 7,1 mg/100 g selon le type de fumoir utilisé, les températures et durées de fumage (Poligne, 2001). Ces valeurs montrent que les kitoza de porc salés/fumés semblent en moyenne moins salés, moins déshydratés et moins fumés que le boucané mais plus fumés que le kundi, viande de bœuf salée/fumée à chaud en foyer direct au Nigéria pour laquelle la teneur en phénol est de 0,9 mg/100g (Alonge, 1987).

Il est possible de comparer les caractéristiques physico-chimiques des kitoza de porc à celles des kitoza de bœuf de Madagascar (Ratsimba, 2012) (ANNEXE X). Pour les deux types, ces caractéristiques sont généralement comparables sauf au niveau de la qualité nutritionnelle : les kitoza de porc contiennent plus de lipides et de protéines (18,1±9,8 g/100 g et 40,7±9,1 g/100 g respectivement) que les kitoza de bœuf (10,5±5,5 g/100 g et 25,1±23,7 g/100 g). Pour la teneur en phénols totaux, les kitoza de porc sont plus fumés (3,25±1,98 mg/100 g) que les kitoza de bœuf

($2,3 \pm 1,4$ mg/100 g). Cependant, ces derniers ont un pH plus acide ($5,79 \pm 0,22$) que les kitoza de porc ($6,29 \pm 0,47$).

Il n'existe pas, à notre connaissance, de produits traditionnels des pays du Sud à base de lanières de viande de porc uniquement salées/séchées qui aient fait l'objet d'une caractérisation biochimique. Cependant, il est aussi possible de comparer les caractéristiques des kitoza de porc salés/séchés à celles de produits traditionnels salés/séchés à base de bœuf.

Les kitoza salés/séchés sont moins déshydratés, moins salés et donc moins stables que le kaddid, produit carné traditionnel marocain à base de mouton ou de bœuf, dont la teneur en eau varie de 7 à 14%, la teneur en sel de 7 à 12% et l'Aw de 0,49 à 0,65 (Bennani *et al.*, 1995). Ils ont des caractéristiques proches de certains biltong (bœuf ou viande de venaison salé/séché d'Afrique du Sud dont les teneurs en eau, sel et Aw varient de 8 à 44%, 3,5 à 7,7% et 0,60 à 0,84 respectivement) et du pastirma (produit des pays de l'Est de la méditerranée (Égypte, Grèce et Turquie)) dont les teneurs en eau, sel et Aw varient de 39 à 52%, 2,7 à 9% et 0,85 à 0,90 respectivement) (Santchurn *et al.*, 2011). Ils sont moins salés que la plupart des produits d'Amérique du sud telle que la cecina mexicaine qui contient 8-10% de sel et le charqui brésilien (10 à 15%) (Shimokomaki *et al.*, 1987 ; Torres *et al.*, 1994).

Les kitoza salés/fumés ($6,09 \pm 0,54$) ont un pH plus bas que les kitoza salés/séchés ($6,48 \pm 0,30$) et proche de celui du boucané (6,18) (Poligne, 2001). En 1992, Roux indique que le fumage entraîne une petite réduction du pH, car la fumée contient des acides. Le pH du kaddid (5,32) (Bennani *et al.*, 1995) du pastirma ($5,7 \pm 0,18$) (El-Khateib, 1997), du charqui (5,46) (Lara *et al.*, 2003) et du biltong ($5,85 \pm 0,24$) (Osterhoff et Leistner, 1984) est largement inférieur à celui des kitoza.

Cependant, il n'y a pas de différence d'acidité titrable entre les deux types de kitoza bien que la teneur en acide L-lactique soit plus grande pour les kitoza salés/fumés. La comparaison entre la somme d'acidité titrable (26,79 exprimée en g d'acide lactique/100 g) et celle de la teneur en acide D- et L-lactique (11,19 g/100 g) des deux kitoza de porc montre qu'il y a d'autres acides organiques présents dans les échantillons.

Bien que les kitoza salés/séchés aient une activité en eau plus faible, ils ont des concentrations en *E. coli* plus grandes ($3,8 \pm 1,3 \log_{10}$ UFC/g). Ceci peut s'expliquer d'une part par la plus longue durée de la transformation des produits salés/séchés dans des mauvaises conditions d'hygiène et d'autre part, par le pH plus faible et la présence des phénols dans les produits fumés.

Les lipides des kitoza salés/séchés sont plus oxydés que ceux des kitoza salés/fumés avec des indices TBA respectivement de $6,5\pm 3,5$ et $0,7\pm 0,8$ mg/kg.

Pour les kitoza salés/fumés, les indices TBARS sont du même ordre ($0,7\pm 0,8$ mg/kg) que ceux du tsire et du kilishi, viandes de bœuf salées/séchées/grillées de l'Afrique de l'Ouest ($0,25$ mg/kg et $2,01$ max) (Igene *et al.*, 1984 ; Onilude *et al.*, 2002). Par contre, les indices TBARS des kitoza salés/séchés ($6,5\pm 3,5$ mg/kg) sont supérieurs à ceux d'autres viandes salées/séchées à base de bœuf telles que le charqui brésilien ($3,7$ mg/kg) (Torres *et al.*, 1994). A notre connaissance, il n'y a pas de données dans la littérature quant aux valeurs des indices TBARS de viandes de porc salées/séchées au soleil.

La peroxydation des lipides joue un rôle important dans la dégradation de la qualité de la viande (Lauridsen *et al.*, 2000). Plusieurs facteurs intervenant au cours de la transformation et la conservation du produit pourraient être impliqués dans ce phénomène dont la température, le pH, la pression partielle en oxygène et l'Aw. En effet, l'activité de l'eau d'un système influence les réactions d'oxydation des lipides puisque l'eau permet la mobilisation des substances pro-oxydantes ou antioxydantes, les vitesses d'oxydation étant les plus grandes aux Aw comprises entre 0,6 et 0,8. Il n'est donc pas surprenant que les kitoza salés/séchés soient plus oxydés que les kitoza salés/fumés dans la mesure où l'Aw des kitoza salés/séchés est plus faible et que leur transformation est plus longue.

Quatrième partie :

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude nous a permis d'une part de nous familiariser aux techniques d'enquête : descentes sur le terrain et collecte d'échantillons, au traitement informatique des données, et d'autre part d'acquérir et maîtriser les techniques de base des analyses microbiologiques et physico-chimiques pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires.

Dans l'objectif à plus long terme d'améliorer le procédé traditionnel de fabrication du kitoza, l'enquête conduite dans la province d'Antananarivo nous a permis :

- d'identifier différents types de kitoza qui se distinguent par leur matière première (porc ou bœuf) mais aussi par leurs techniques de transformation. Ainsi, alors que la littérature faisait état uniquement de kitoza salé/fumé, notre enquête révèle l'existence de kitoza salé/séché produit à l'échelon familial uniquement. Il a ainsi été possible d'établir un diagramme complet des procédés de fabrication du kitoza conduits à plusieurs niveaux (artisanal, familial) ;

- de recenser les ingrédients utilisés au cours de sa préparation et les types de fumoir utilisés ;

- d'obtenir des informations sur les modes et fréquences de consommation ;

- d'identifier les attributs de qualité des kitoza.

Par ailleurs, la composition biochimique et la qualité sanitaire (d'un point de vue microbiologique) des produits finis ont été déterminées sur 30 échantillons prélevés auprès de producteurs au niveau des artisans et des producteurs à l'échelon familial produisant du kitoza pour leur propre consommation sur trois zones (urbaine, périurbaine et rurale) de la province d'Antananarivo. Ceci nous a permis de caractériser des kitoza salés/fumés produits en zone urbaine et périurbaine par des artisans et en zone rurale par des producteurs à l'échelon familial et des kitoza salés/séchés des trois zones produits uniquement au niveau familial.

La qualité biochimique a pu être définie, les kitoza de porc se caractérisent par une teneur en eau de $41,1 \pm 12,9\%$, et des teneurs appréciables en lipides ($18,1 \pm 9,8\%$) et en protéines ($40,7 \pm 9,1\%$). Leur teneur en sel n'est pas très élevée ($3,4 \pm 1,7\%$) comparée à certains autres produits de salaison traditionnels des pays du Sud. Les kitoza peuvent être classés parmi les aliments à humidité intermédiaire avec une A_w moyenne de $0,89 \pm 0,08$. Le pH élevé ($6,29 \pm 0,47$) des kitoza, quel que soit leur type, indique qu'il ne s'agit pas d'un aliment fermenté bien que 5 échantillons aient des teneurs en acide D-lactique proche de celle de produits carnés fermentés. De plus, le taux d'acidité titrable est en moyenne de $9,9 \pm 3,5$ meqv./100 g.

Des différences ont pu être observées entre les kitoza salés/séchés et les kitoza salés/fumés. Les premiers sont plus secs, plus salés et donc présentent une activité en eau plus

faible. Cependant, ils sont plus fréquemment contaminés par *Escherichia coli* avec des charges plus élevées. Leur indice TBARS ($6,5 \pm 3,5$ mg/kg) montre qu'ils sont plus oxydés.

Les kitoza fumés ont une teneur en phénols de $3,25 \pm 1,98$ mg/100 g indiquant que ce sont des produits assez fumés. La quantification des HAP n'a pu être réalisée dans le cadre de ce stage mais le sera prochainement.

La détermination de la qualité microbiologique du kitoza de porc a montré une concentration moyenne élevée en FAMT ($9,3 \pm 1,0$ log₁₀ UFC/g), une contamination par *Escherichia coli* fréquente mais une absence de Salmonelles dans tous les échantillons analysés. Ces niveaux de flores élevés pourraient être réduits si de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication étaient appliquées. Les risques sanitaires peuvent aussi être gérés si une cuisson est menée par les consommateurs.

La caractérisation des qualités biochimiques et microbiologiques du kitoza, n'avait à notre connaissance, jamais été réalisée. De ce fait, il s'agit d'une avancée importante.

Cependant, il est maintenant nécessaire de mieux caractériser les procédés traditionnels identifiés par une étude cinétique de l'évolution des principales caractéristiques du produit au cours des différentes opérations unitaires impliquées. Ceci permettra d'une part de mieux identifier les opérations impliquées notamment au cours du séchage au soleil et du fumage au-dessus du feu de bois. En effet, une caractérisation de l'évolution des flores technologiques, du pH et des acides organiques totaux permettra de statuer quant à l'implication d'une opération de fermentation spontanée. De façon similaire, il s'agira de mieux caractériser le fumage et notamment les opérations unitaires de cuisson et de séchage qui lui sont associées. D'autre part, il s'agira d'évaluer les transferts de matières mis en jeu au cours de chaque opération unitaire et de mesurer leur impact sur les mécanismes biochimiques et microbiologiques ainsi que la qualité sensorielle.

La qualité des kitoza étant très variable, il sera nécessaire d'évaluer l'acceptabilité et les préférences des consommateurs par une campagne d'analyses sensorielles (aspect visuel et organoleptique) à la fois auprès de consommateurs locaux et étrangers.

L'allergie et l'intolérance alimentaire sont aujourd'hui reconnues comme des problèmes majeurs de la sécurité alimentaire. L'intolérance se manifeste surtout dans les aliments fumés ou les aliments fermentés qui sont riches en histamine. La teneur de cette dernière varie selon la fraîcheur, les conditions de stockage et le mode de fabrication des aliments. Ainsi, il sera nécessaire de déceler si le kitoza présente un risque ou s'il fait partie des aliments contenant des libérateurs d'histamine, afin d'assurer la sécurité des consommateurs.

Une étude d'innovation, basée sur la réingénierie du procédé, pourra alors être menée pour améliorer le procédé global et la qualité finale du produit, tout en cherchant à conserver la spécificité et l'originalité du produit traditionnel. Ces différentes actions seront menées dans le cadre du projet AFTER jusqu'en 2014.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AFNOR 1998, Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries lactiques mésophiles, Technique par comptage des colonies à 30°C, NF V08-030, NF ISO 15214, 7 p.
2. AFNOR 1999, Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive, Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker, NF V08-014-1, NF EN ISO 6888-1, 11 p.
3. AFNOR 2001, Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* β -glucuronidase positive, Technique de comptage des colonies à 44°C, NF V08-031-2, NF ISO 16649-2, 8 p.
4. AFNOR 2002, Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour la recherche des *Salmonella spp*, NF V08-013, NF EN ISO 6579, 27 p.
5. AFNOR 2003, Microbiology of food and animal feeding stuffs, Horizontal method for the enumeration of microorganisms, Colony-county technique at 30°C, NF V08-011, NF EN ISO 4833, 9 p.
6. AFNOR 2004, Microbiologie des aliments, Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique, NF EN ISO 6887-2, 16 p.
7. Amerine M. A., Pangborn R., Roessler E.B., 1965. In: *Principles of sensory Evaluation of Food*. Academic Press, New York and London, 210 p.
8. Alonge D.O., 1987. Factors affecting the quality of smoke-dried meats in Nigeria. *Acta Alimentaria*, 16 (3), 263-270.
9. Bennani. L., Zenati Y., Faid M., Ettayebi M., 1995. Physico-chemical and microbiological characteristics of a dried salted meat product (Kaddid) in Morocco. *Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung*, 201(6), 528-532.
10. Briend A., 1985. Prévention et traitement de la malnutrition. Guide pratique. Editions de l'ORSTOM, Paris, 278 p.
11. Callet R.P., 1902. Tantaran'Andriana. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 3, 166 p.
12. Cheftel J.C., Cheftel H., 1976. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume 1, Paris, 381p.
13. Collignan A., Santchurn S., Zakhia-Rozis N., 2008. Dehydration of muscle foods. In: Hui Y. H., Clary C., Faid M., Fasina O., Noomhorn A., Welti-Chanes J., editors. *Food Drying*

- Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. Destech Publications Inc., Lancaster, United Kingdom, 721-744.
14. Conseil canadien des normes, 2009. Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en Microbiologie alimentaire. Centre québécois d'inspection des aliments et de santé animale, Méthodes analytiques accréditées selon ISO/CEI 17025, 58 p.
 15. Craplet C., Josette C., 1979. Dictionnaire des aliments et de la nutrition. Le hameau éditeur, Paris, France, 494 p.
 16. Derache R., 1986. Toxicologie et sécurité des aliments. Tec et Doc Lavoisier, 312-325.
 17. Durand P., 1999. Technologies des produits de charcuterie et des salaisons. *Sciences et Techniques Agroalimentaires*, Tec et Doc Lavoisier, Paris, France, 234 p.
 18. El-Khateib T. 1997. Microbiological status of Egyptian salted meat (basterma) and fresh sausage. *Journal of Food Safety*, 17(3), 141-150.
 19. FAO, 1990. Manual on simple methods of meat preservation. *Animal production and health paper*, 91, FAO, Rome, Italie, 45p.
 20. Folch J., Lees M., Stanley G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
 21. Gautier M., Bolnot F., Rozier J., Carlier V., 1986. Activité de l'eau et conservation des denrées alimentaires, RTVA, N°220, 16-20.
 22. Girard J.P., 1988. La déshydratation, technologie de la viande et des produits carnés. Tec et Doc Lavoisier, Paris, France, 84-115.
 23. Godon B., Loisel W., 1991. Dosages des protéines. In : Multon J.L. Techniques d'analyses et de contrôles dans les industries agroalimentaires : Tec et doc, Lavoisier, Paris, France, 201-216.
 24. GRET/CTA, 1993. Conserver et transformer le poisson : guide technique et méthodologique. ISBN : 2-86844-053, CTA n°514, [http : //www.nzdl.org](http://www.nzdl.org).
 25. Guiraud J. P., 1998. Microbiologie alimentaire, Paris : Dunod, 652 p.
 26. Igene J.O., Abulu E.O., 1984. Nutritional and bacteriological characteristics of tsire-type suya, a popular Nigerian meat product, *Journal of Food Protection* 47, 193–19
 27. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G., 2007. *Science des aliments* volume 1. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France.

28. Kalilou S., 1997. Transformation traditionnelle de la viande en kilichi au Niger, optimisation des procédés, Thèse de doctorat en Génie des procédés de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires, Massy, France, 1-125.
29. Knockaert C., 1995. Le fumage de poisson, Collection valorisation des produits de la mer, Ed. Ifremer, Brest, France, 174 p.
30. Knockaert C., 1990. Le fumage du poisson, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, 44 p.
31. Lara J.A.F., Senigalia S.W.B., Oliveira T.C.R.M., Dutra S., Pinto M.F., Shimokomaki M., 2003, Evaluation of survival of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in charqui meats, *Meat Science*, 65, 1, 313-609.
32. Laurent C., 1981. Conservation des produits d'origine animale en pays chauds, ACCT, Paris, France, 157 p.
33. Lauridsen C., Jensen S.K., Skibsted L.H., Bertelsen G., 2000. Influence of supranutritional vitamin E and copper on α -tocopherol deposition and susceptibility to lipid oxidation of porcine membranal fractions of *M. Psoas major* and *M. Longissimus dorsi*. *Meat Science*, 54 (4), 377-384.
34. Le Galle J., 1938. Le fumage du poisson, Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes (ISTPM), 11 (1), 59-106.
35. Leistner L., Rödel W., 1976. The ability of intermediate moisture food with respect to microorganism, In: Intermediate Moisture Foods, Applied Science Publishers, London, United Kingdom, 120-137.
36. Le Magnen J., 1951. Le goût et les Saveurs, Presses Universitaires de France, 154 p.
37. Maas Van Belkel B., Van Den Boogaard B., Heijnen C., 2005. La conservation de la viande et du poisson, Agrodok 12. Fondation Agromisa, Wageningen, Pays-Bas, 90 p.
38. Molet L., 1982. Le feu domestique et la cuisine chez les merina, Vol IX, 49 66.
39. Mondain G., Chapus G.S., 1948. Historique du bœuf d'après les Tantaran'Andriana. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 7, 191-223.
40. Onilude A.A., Sanni A.I., Olaoye O.A., and Ogunbanwo S.T., 2002. Influence of lactic cultures on the quality attributes of tsire, a West African stick meat, *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 18 (7), 615-619.

41. Osterhoff D.R., Leistner L., 1984. Suid-Afrikaanse bees biltong-wereens onder die soeklig, *Journal of the South African Veterinary Association*, 55 (4), 201-202.
42. Poligne I., Collignan A., Trystram G., Pieribattesti J.C., 2011. Traditional processing of boucane, a salted/dried/smoked meat product from Reunion, *Tropical Science*, 41 (2), 90-94.
43. Poligne I., 2001. Etude des transferts et des mécanismes réactionnels lors du salage, séchage, cuisson et fumage de pièces de viande : cas du porc boucané à la Réunion, Thèse de doctorat en génie des procédés de l'Université de la Réunion.
44. Raharolahy L., 2004. Le bœuf dans la société traditionnelle malgache, 148 p.
45. Ratsimba A. I., 2012. Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du kitoza de bœuf, Mémoire de DEA : Biochimie, Antananarivo : Université d'Antananarivo, 51 p.
46. RÈGLEMENT (UE) N° 835/2011 DE LA COMMISSION du 19 août 2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les denrées alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), Journal officiel de l'Union européenne.
47. Robert, N., Lanore D., 1989. Les apports nutritionnels du jambon de Bayonne. 271 p.
48. Roux J.L., 1992. Conserver les aliments, comparaison des méthodes et technologies, Tech et Doc Lavoisier, Paris, France, 246 p.
49. Sainclivier M., 1985. L'industrie alimentaire halieutique, Volume 2. Des techniques ancestrales à leurs réalisations contemporaines, Bulletin scientifique et technique de l'Ecole nationale supérieure agronomique et du Centre de recherches de Rennes, France, 366 p.
50. Santchurn J.S., Arnaud E., Zakhia-Rozis N., Collignan A., 2011. Drying: Principles and Applications, *Handbook of Meat and Meat Processing*, 521 p.
51. Shimokomaki M., Franco B.D.G.M., Carvalho B., 1987. Charque e productos afins : tecnologia e conservação. *Boletim Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 21 (1), 25-35.
52. Solomon I.P., Ekanem E.O., Okubanjo A.O., 1994. Effects of salt (NaCl) level and smoke application on chemical and sensory characteristics of unam inung, a cured Nigerian pork product, *Der tropenlandwirt. Zeitschrift für die landwirtschaft in den tropen und Subtropen*, 95, 157-169.

53. Talon R., Girard J.P., 1980. La fumaison de la viande et des produits carnés, *Actualités scientifiques et techniques en agroalimentaire*, n°25, 89-134.
54. Torres E.A.F.S., Shimokomaki M., Franco B.D.G.M., Landgraf M., 1994. Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product, *Meat Science*, 38, 229-234.
55. Werlich M., 2001. Fumage du poisson et fours de fumage, [http : //www.gate-international.org/food.htm](http://www.gate-international.org/food.htm), 16 p.
56. Wehrmüller K., 1990. L'acide lactique dans les aliments et ses effets sur la santé, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière, 34 p.
57. [http : //www.inra.fr](http://www.inra.fr)

ANNEXES

ANNEXE I

QUESTIONNAIRE D'ENQUETES PRODUCTEURS, REVENDEURS ET CONSOMMATEURS

PRODUCTEURS/PRODUCTRICES

IDENTIFICATION

Information demandée	
Nom de l'enquêteur	
Numéro du questionnaire	
Date de l'enquête	
Lieu de l'enquête - village/quartier - district - Région	
Langue de l'enquête	
Personne interviewée	
Nom et prénoms	
Age	ans
Sexe	Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/>
Groupe ethnique (Optionnel)	
Niveau scolaire	Primaire <input type="checkbox"/> Secondaire <input type="checkbox"/> Universitaire <input type="checkbox"/> autres <input type="checkbox"/>
Situation matrimoniale (Optionnel)	Célibataire <input type="checkbox"/> Marié (e) <input type="checkbox"/> Divorcé (e) <input type="checkbox"/>
Taille du ménage
Religion (optionnel)	Animisme <input type="checkbox"/> Christianisme <input type="checkbox"/> Islam <input type="checkbox"/>
Position dans le ménage	Chef de ménage <input type="checkbox"/> Dépendant <input type="checkbox"/> Indépendant <input type="checkbox"/>
Catégories d'acteurs Marquez le plus important	Productrice <input type="checkbox"/> Grossiste <input type="checkbox"/> Détaillant <input type="checkbox"/> Consommateur (-trice) <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>

1. Y a-t-il une raison particulière pour laquelle vous produisez du kitoza ? (Misy antony manokana ve mahatonga anareo hanao kitoza ?)

.....

2. Combien de types de kitoza connaissez-vous ? (Firy ny karazana kitoza fantatrareo?)

.....

3. Connaissez-vous une autre appellation du kitoza ? (Mahafantatra fiantsoana hafa ny kitoza ve ianareo?)

.....

4. Quels types de kitoza produisez-vous ? (Inona ny karazana kitoza vokarinareo?)

Types de kitoza (Karazana kitoza)	Pourquoi ? (Nahoana ?)

5. Où achetez-vous la viande, et les autres matières premières ? (Aiza no mividy ny hena sy ireo akora hafa ianareo?)

Matières premières et autres ingrédients (Akora sy ireo fangarony hafa)	Lieu d'achat (Toerana fividianana)
Autres	

6. Les matières premières entrant dans la production du kitoza : (Ireo akora ampiasaina amin'ny famokarana kitoza

6.1 Quels sont les différents types de viande que vous utilisez pour la production du kitoza ? Pourquoi ?
(Faritra inona eo amin'ny hena no ampiasainareo amin'ny famokarana kitoza? Nahoana?)

Différents types de viande (désignation) (Karazana hena (fiantsoana))	Pourquoi utilisez-vous ce type de viande ? (Inona no antony ampiasanareo io karazana hena io?)

6.2 Quels sont les critères de qualité les plus importants dans le choix de la viande utilisée pour la production du kitoza ? Expliquez !
Inona ireo kalitao tena takiana amin'ny fisafidianana ny hena ampiasainareo amin'ny kitoza ? Hazavao !

Différents types de viande utilisée (désignation) (Karazana hena ampiasaina (fiantsoana))	Critères de qualités les plus importants (Kalitao tena takiana)	Expliquez ! (Hazavao !)

6.3 Quels types de sel utilisez-vous pour la production du kitoza ? (Inona ireo karazana sira ampiasainareo amin'ny kitoza ?)

Différents types de sel (désignation) (Karazana sira (fiantsoana))	Critères de qualités les plus importants (Kalitao tena takiana)	Expliquez ! (Hazavao !)

6.4 Quels sont les autres ingrédients utilisés pour la production du kitoza ? Quels sont leurs critères de qualité et pourquoi ?
Inona ireo fangaro hafa ampiasaina amin'ny kitoza ? Inona ireo kalitao tena takiana ary nahoana?

Autres ingrédients (désignation) Fangaro hafa (fiantsoana)	Critères de qualités (Kalitao takiana)	Pourquoi ? (Nahoana ?)

12 Mettez-vous de la glace sur la viande après l'achat chez les boucheries ? (Manisy rano mandry amin'ny hena avy novidina tany amin'ny mpivaro-kena ve ianareo?)

Oui (Eny) Non (Tsia)

Pourquoi ? (Nahoana ?)

.....
.....

12 Comment transportez-vous la viande sur les sites de production ? (Ahoana ny fomba fitateranareo ny hena any amin'ny toeram-pamokarana?)

.....

.....

9 A) Quelle quantité de kitoza produisez-vous à chaque production ? (Tokony ho firy kilao ny habetsaky ny kitoza vokarinareo isaky ny famokarana?)

Types de kitoza Karazana kitoza	Quantité produite (précisez l'unité de mesure) Habetsany (omeo ny fatra-pandrefesana)	
	Minimum (Kely indrindra)	Maximum (Be indrindra)

B) Combien de fois le faites-vous par : / Im-piry manao kitoza ianareo isaky :

- Semaine / Herinandro :
- Mois / Volana :

10 Comment produisez –vous le kitoza ? (Ahoana ny famokaranareo ny kitoza?)

Opérations Asa atao	Durée de l'opération/ Faharetany	Quantité de la matière première utilisée/Habetsaky ny akora	Autres ingrédients Ajoutés (désignation) Fangaro hafa (anarany)	Equipements Utilisés (Quantité+désignation) Fitaovana nampiasaina (Isa+anarany)	Main d'œuvre (préciser nombre et sexe)/Mpiasa (omeo ny isany)	Produit obtenu Vokatra azo

- 11 Pour les produits intermédiaires et finis, indiquez : les critères de qualité utilisés pour apprécier le produit et les problèmes de qualité rencontrés (remplissez le tableau)
 (Ho an'ireo vokatra antenantenany sy farany, omeo ireo kalitao takiana mba hanatsarana ny vokatra sy ireo olana natrehina (fenoy ny fafana))

Produits Vokatra	Critères de qualité utilisés pour apprécier le produit Kalitao takiana mba hanatsarana ny vokatra	Problèmes de qualité rencontrés Olana eo amin'ny kalitao natrehina.
Viande fraîche		
Viande salée non séchée/fumée		
Viande salée séchée/fumée (kitoza)		
Autres		

- 12 Est-ce que la durée de séchage change avec :

(Moa ve ny fotoana ny fanamainana dia miova araka

12.1. le type de viande utilisé ? oui/eny non/tsia
 (ny karazana hena ?)
 Précisez ! (Lazalazao !)

.....

12.2. l'état de la viande ? oui/eny non/tsia
 (ny toetran'ilay hena ?)
 Précisez ! (Lazalazao !)

.....

12.3. la quantité de sel ? oui/eny non/tsia
 (ny habetsaky ny sira ?)
 Précisez ! (Lazalazao !)

.....

12.4. le type de sel ? oui/eny non/tsia
 (ny karazana sira ?)
 Précisez ! (Lazalazao !)

.....

12.5. une période particulière de l'année ? oui/eny non/tsia
 (Amin'ny vanim-potoana manokana mandritry ny taona ?)
 Précisez ! (Lazalazao !)

.....

13 Comment reconnaissez-vous la fin (Ahoana ny ahafantaranareo
 13.1. de la maturation ? (ny fahamasahany ?)

.....

13.2. du séchage ? (ny fahamainany ?)

.....

14 Comment avez-vous acquis les connaissances sur la production de kitoza ? (Ahoana no nahaizanareo ny kitoza ?)

.....

15 Quelles sont les opérations dont la mauvaise exécution peut nuire à la qualité du kitoza ? Pourquoi ?
 (Inona ireo asa ka mety hanimba ny kalitaon'ny kitoza ny tsy fanaovana azy ara-dalalana ? Nahoana ?)

Opérations (désignation) (Asa atao (Anarany))	Critères de qualité du kitoza affectés (Kalitaon'ny kitoza voakasika)	Pourquoi ? (Nahoana)

16 Quelles sont les opérations les plus difficiles au cours de la production du kitoza ? Pourquoi ?
 (Inona ireo asa tena sarotra mandritry ny kitoza ? Nahoana ?)

Opérations difficiles (désignation) (Asa manahirana) (Anarany)	Pourquoi ? (Nahoana)

17 En dehors des difficultés liées à certaines opérations, rencontrez-vous d'autres problèmes au cours de la production du kitoza ?
(Ivelan'ireo fahasaratana mifandraika amin'ny asa sasatsasany, misedra olana hafa ve ianareo mandritry ny kitoza ?)

.....

18 Pensez-vous qu'il est nécessaire d'apporter des améliorations :
(Heverinareo ve fa ilaina ny fanatsarana ☺)

18.1. à la production de kitoza ? oui/eny non/tsia

eo amin'ny famokarana kitoza ?

Si oui, lesquelles ?/Raha eny, inona avy ?

.....

18.2. aux équipements de production ? oui/eny non/tsia

amin'ireo fitaovam-pamokarana ?

Si oui, lesquelles ?/Raha eny, inona avy ?

.....

18.3. à la qualité du produit ? oui/eny non/tsia

amin'ny hatsaran'ny vokatra ?

Si oui, lesquelles ?/Raha eny, inona avy ?

.....

19 Prix de vente des produits : facteurs déterminants/Vidiny ivarotana ireo vokatra : izay mamaritra azy

Produits (désignation) (Vokatra (fiantsoana azy))	Qu'est ce qui détermine le prix du produit ? (Inona no mamaritra ny vidin'ny vokatra?)	Qu'est ce qui peut donner une valeur ajoutée au produit ? Inona no mety (hampiakarana ny vidin'ny vokatra?)	Niveau de la demande du produit (faible, moyen, élevé) (taham-panjifana ny vokatra (ambany, antonony, ambony))	Lieu de vente des Produits (Toeram-pivarotana) (domicile, marché de proximité, marché urbain, exportation)

20 Est-ce que le prix de vente du kitoza varie au cours de l'année ?/Miovaova ve ny vidin'ny kitoza mandritry ny taona ?

Oui/Eny Non/Tsia

Si oui quelles sont les raisons qui expliquent cette variation de prix ?/Raha eny, inona ireo antony izay mahatonga ny fiovaovam-bidy ?

N°	Raison (Antony)

21 Variation du prix de vente du kitoza au cours de l'année : (Fiovaovan'ny vidiny ivarotana ny kitoza mandavan-taona

Marquer : Prix stable : \longleftrightarrow Augmentation de prix : \uparrow Baisse de prix : \downarrow
 Mariho: Tsy miova : Fiakaran'ny vidiny : Fidinan'ny vidiny

Type de kitoza	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

22 Variation des coûts des matières premières et autres au cours de l'année/Fiovaovan'ny vidin'ireo akora mandritry ny taona :

Marquer : Prix stable : \longleftrightarrow Augmentation de prix : \uparrow Baisse de prix : \downarrow
 Mariho: Tsy miova : Fiakaran'ny vidiny : Fidinan'ny vidiny

Nom de la matière première et autres	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

23 Rencontrez-vous des problèmes par rapport au stockage/ conservation du kitoza ? Décrire !
 (Misedra olana amin'ny fitahirizana ny kitoza ve ianareo ? Lazalazao !)

Produit intermédiaire et final (Vokatra antenatenany syfarany)	Problèmes de stockage et de conservation rencontrés (Olana natrehina eo amin'ny fitahiriozana)	Description détaillée des problèmes (Famaritana an-tsipirihany ireo olana)
Viande salée non séchée/fumée		
Viande salée séchée/fermentée (kitoza)		

23.1 Comment empêchez-vous les insectes d'attaquer les produits au cours du stockage/conservation ?
 Ahoana no hisakananareo ny bibikely tsy ho eny amin'ireo vokatra mandritry ny fitahirizana?

.....

23.2 Avez-vous des approches de solutions pour résoudre les autres problèmes ?
Manana vahaolana ve ianareo mba hamahana ireo olana hafa?

.....
23.3 Qu'auriez-vous souhaité comme solutions ?/Inona no irinareo ho vahaolana ?

.....
23.4 Quelle est la durée de conservation du produit ?/Hafiriana no fitahirizana ny kitoza ?

Produit intermédiaire et final (Vokatra antenatenany syfarany)	Durée de conservation du produit (Faharetan'ny fitahirizana ny vokatra)	
	Minimum (Kely indrindra)	Maximum (Be indrindra)
Viande salée non séchée/fumée		
Viande salée séchée/fermentée (kitoza)		

COMMERÇANT(E)/VENDEUR(SE) DE KITOZA

IDENTIFICATION

Information demandée	
Nom de l'enquêteur	
Numéro du questionnaire	
Date de l'enquête	
Lieu de l'enquête - village/quartier - district - Région	
Langue de l'enquête	
Personne interviewée	
Nom et prénoms	
Age	ans
Sexe	Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/>
Groupe ethnique (Optionnel)	
Niveau scolaire	Primaire <input type="checkbox"/> Secondaire <input type="checkbox"/> Universitaire <input type="checkbox"/> autres <input type="checkbox"/>
Situation matrimoniale (Optionnel)	Célibataire <input type="checkbox"/> Marié (e) <input type="checkbox"/> Divorcé (e) <input type="checkbox"/>
Taille du ménage
Religion (optionnel)	Animisme <input type="checkbox"/> Christianisme <input type="checkbox"/> Islam <input type="checkbox"/>
Position dans le ménage	Chef de ménage <input type="checkbox"/> Dépendant <input type="checkbox"/> Indépendant <input type="checkbox"/>
Catégories d'acteurs Marquez le plus important	Productrice <input type="checkbox"/> Grossiste <input type="checkbox"/> Détaillant <input type="checkbox"/> Consommateur (-trice) <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>

1. Quels sont les types de kitoza que vous commercialisez ? (Inona avy ny karazana kitoza amidinareo?)

.....

2. Quels sont les types de kitoza que vous préférez pour la commercialisation ? Pourquoi ?
(Inona avy ny karazana kitoza tena tinareo hamidy? Nahoana?)

.....

3. Quels sont les critères de qualité pour la commercialisation du kitoza ? (Inona ireo kalitao takiana amin'ny fivarotana ireo vokatra ?)

Produits commercialisés (Vokatra amidy)	Critères de qualité pour la commercialisation des produits (Kalitao takiana amin'ny fivarotana ireo vokatra)

4. Quels sont les critères de qualité pour lesquels le client est prêt à payer plus ?
(Inona ireo kalitao takiana mba hahasarika ny mpanjifa hivididy bebe kokoa ?)

Produits commercialisés (Vokatra amidy)	Critères de qualité pour lesquels le kitoza peut être bien vendu même s'il est plus cher (Kalitao takiana mba ahafahana mivarotra ny kitoza lafolafa kokoa na mampiakatra ny vidiny)

5. Quels sont les problèmes liés à la commercialisation du kitoza ?
Inona avy ireo olana mifandraika amin'ny fivarotana ny kitoza ?

Produit intermédiaire et final Vokatra antenantenany sy farany	Problèmes de commercialisation Olana amin'ny fivarotana	Description détaillée des problèmes Filazana an-tsipirihany ireo olana	Propositions de solution à ces problèmes Vahaolana aroso
Viande salée non séchée/fumée			
Viande salée séchée/fermentée (kitoza)			

- 12 Comment conservez – vous le kitoza ?/ Ahoana ny fitahirizanareo ny kitoza ?

.....

7. Quelle est la durée de conservation du kitoza ? (Hafiriana ny faharetan'ny fitahirizana ny kitoza ?)

Produit intermédiaire et final (Vokatra antenantenany sy farany)	Durée de conservation du produit (Faharetan'ny fitahirizana ny vokatra)	
	Minimum (Kely indrindra)	Maximum (Be indrindra)
Viande salée non séchée/fumée		
Viande salée séchée/fermentée (kitoza)		

8. Quelle est la quantité de kitoza que vous commercialisez par mois ? (forte production et faible production)
(Firy ny habetsaky ny kitoza izay amidinareo isam-bolana ? (famokarana be indrindra sy famokarana kely indrindra))

Produits (nom) Vokatra (anarany)	Quantité vendue par jour de marché (unités de mesure) (Entana lafo isa-tsena)	Nombre de jours de marché par mois (évaluer en tenant compte de la fréquence des marchés et de la durée) (Isan'ny andro tsena/volana)	Estimation de la quantité totale du produit vendue par mois (Fanombanana ny habetsaky ny vokatra lafo isam-bolana)

9. Quels sont les revenus générés par le kitoza ? (Hoatrinona ny vola ampidirin'ny kitoza ?)

Produits commercialisés (indiquer l'unité de mesure) (Vokatra amidy (famarana))	Grossistes (achètent les produits chez les productrices) (Mpamongady)		Intermédiaires (Mpanelanelana)		Détaillants (vendent les produits au dernier consommateur) (Mpaninjara (mivarotra ireo vokatra amin'ny mpanjifa farany))	
	Prix d'achat (Vidiny ividianana)	Prix de vente (Vidiny ivarotana)	Prix d'achat (Vidiny ividianana)	Prix de vente (Vidiny ivarotana)	Prix d'achat (Vidiny ividianana)	Prix d'achat (Vidiny ividianana)

1. Quelles classes de la population achètent votre kitoza ? (Sarangan'olona manao ahoana no mividy ny kitozanareo?)

Types de kitoza (Karazana kitoza)	Ménage à faible revenu (Tokatrano sahirakirana)	Ménage à revenu moyen (Tokatrano antonontonony)	Ménage à haut revenu (Tokatrano manan-katao)

CONSOMMATEUR/CONSOMMATRICE

IDENTIFICATION

Information demandée	
Nom de l'enquêteur	
Numéro du questionnaire	
Date de l'enquête	
Lieu de l'enquête - village/quartier - district - région	
Langue de l'enquête	
Personne interviewée	
Nom et prénoms	
Age	ans
Sexe	Masculin <input type="checkbox"/> Féminin <input type="checkbox"/>
Groupe ethnique (Optionnel)	
Niveau scolaire	Primaire <input type="checkbox"/> Secondaire <input type="checkbox"/> Universitaire <input type="checkbox"/> autres <input type="checkbox"/>
Situation matrimoniale (Optionnel)	Célibataire <input type="checkbox"/> Marié (e) <input type="checkbox"/> Divorcé (e) <input type="checkbox"/>
Taille du ménage
Religion (optionnel)	Animisme <input type="checkbox"/> Christianisme <input type="checkbox"/> Islam <input type="checkbox"/>
Position dans le ménage	Chef de ménage <input type="checkbox"/> Dépendant <input type="checkbox"/> Indépendant <input type="checkbox"/>
Catégories d'acteurs Marquez le plus important	Productrice <input type="checkbox"/> Grossiste <input type="checkbox"/> Détaillant <input type="checkbox"/> Consommateur (-trice) <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>

1. Quels sont les plats qui contiennent le kitoza que vous consommez ? Faire une liste !
(Inona ireo sakafo fihinanao miaraka amin'ny kitoza ? Mitanisa vitsivitsy !)

.....

2. Fréquence de consommation des plats précités : (Fahatetehan'ny fihinanana ireo sakafo notanisaina
2.1 A quelle fréquence consommez-vous chacun des plats précités ? (Amin'ny fotoana inona no ihinananao ireo sakafo ireo tsirairay?)

Plats Sakafo	6-7fois/Semaine In6-7/Herinandro	4-5fois/Semaine In4-5/Herinandro	2-3fois/Semaine In2-3/Herinandro	1fois/semaine In1/Herinandro	Rarement/Jamais Mahalana

A quel moment /occasion avez-vous consommé chacun des plats ci-dessus mentionnés dans un mois ?
Amin'ny fotoana inona anatin'ny volana no nihinananao ireo sakafo voatanisa etsy ambony ?

Plats (Sakafo) (reporter dans la colonne les plats consommés)	Petit Déjeuner (Sakafo maraina)	Déjeuner (Sakafo atoandro)	Dîner (Sakafo hariva)	Entre- repas (Anelanelan'ny sakafo)	Occasion spéciale (Amin'ny fotoana manokana)	Décrire l'occasion spéciale (Lazao ilay fotoana manokana)

- 2.2 Lieu de consommation : Où mangez-vous les différents plats cités plus haut ?
(Toerana fisakafoanana : Aiza ianao no mihinana ireo karazana sakafo voatanisa etsy ambony)

Plats consommés (liste) (Sakafo nohanina)	A la maison (Ao an-trano)	Chez une vendeuse de rue (Mpivarotra amorondalana)	Restaurants	Autres lieux (précisez) (Toeran-kafa(lazalazao))

5 Selon vous, la consommation du kitoza aurait-elle des avantages sur la santé ?
 (Aminao, misy tombotsoa eo amin'ny fahasalamana ve ny fihinananao kitoza ?)

Oui/Eny non/tsia

Plats qui contiennent le kitoza (Sakafo misy kitoza)	Citer et décrire (Tanisao ary lazalazao)

12 Pensez-vous que certains plats qui contiennent le kitoza auraient des effets thérapeutiques ou des vertus à cause du kitoza ?
 (Heverinao ve ny sakafo sasantsasany miaraka amin'ny kitoza dia manasitrana na afaka hitsaboana noho ny kitoza ?)

Oui/Eny non/tsia

Si oui, Lesquels et quelles en sont les vertus ? (Raha eny, inona avy ary inona ny asany?)

Plats qui contiennent le kitoza (Sakafo misy kitoza)	Effets thérapeutiques (citer et décrire) (fitsaboana entiny (tanisao ary hazavao))

6. Quelles classes de la population consomment les différents plats qui contiennent le kitoza ?
 Expliquez si possible pourquoi ?
 (Sarangan'olona manao ahoana no mihinana ireo karazana sakafo miaraka amin'ny kitoza ? Hazavao fa nahoana ?)

.....

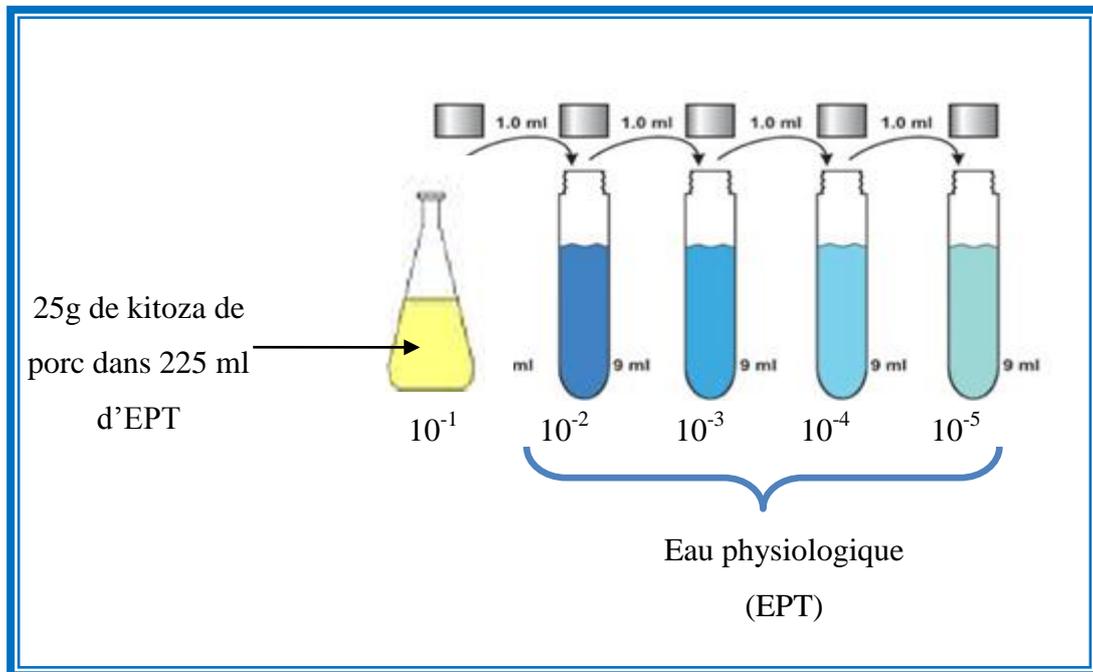
ANNEXE II

CATEGORIES D'ACTEURS ET LIEUX D'ENQUETES

Catégories d'acteurs	Lieux d'enquêtes			COMMUNE ARIVONIMAMO (Région Itasy)
	COMMUNE ANTANANARIVO (Région Analamanga)			
	<i>Zone urbaine</i>	<i>Zone périurbaine</i>		<i>Zone rurale</i>
Producteurs	<i>Antananarivo</i> <i>Renivohitra</i>	<i>Antananarivo</i> <i>Atsimondrano</i>	<i>Antananarivo</i> <i>Avaradrano</i>	Imerintsiatosika, Namehana
	Ivandry, Behoririka, 67ha Nord Est, Andravoahangy, Anatihazo Isotry	Andoharanofotsy, Tanjombato,	Ankadikely Ilafy	
Revendeurs	Ivandry, Behoririka, Antaninandro, 67ha Nord Est, Andravoahangy, Anatihazo Isotry	Andoharanofotsy, Tanjombato,		
Consommateurs	Ivandry, Amboniloha, Behoririka, Ampandrana Andrefana, Antaninandro, 67ha Nord Est et Nord-Ouest,	Andoharanofotsy		Imerintsiatosika

ANNEXE III

SCHEMA DES DILUTIONS EFFECTUEES LORS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES.



ANNEXE IV

COMPOSITION DES MILIEUX UTILISES LORS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

MILIEUX	COMPOSITION	CONCENTRATION
Eau Peptonée Tamponnée (EPT) pH=7	Peptone	10 g
	Phosphate disodique anhydre	3,5 g
	Phosphate monopotassique	1,5 g
	Chlorure de sodium	5 g
Plate Count Agar (PCA) pH=7±0,2	Peptone	5,0 g
	Extrait de levure	2,5 g
	Glucose	1,0 g
	Agar	15,0 g
	Eau distillée	1000 ml

Tryptone Bile agar (TBX) pH=7±0,2	Digestat enzymatique de caséine	20,0 g
	Sels biliaires n°3	1,5 g
	Acide 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β-D-glycuronique (BCIG)	144 μmol
	Sulfoxyde de diméthyle (DMSO)	3 ml
	Agar-agar	9 à 18 g
	Eau distillée	1000 ml
Baird Parker (BP) pH=7±0,2	Tryptone	10,0 g
	Extrait de levure	1,0 g
	Extrait de viande	5,0 g
	Glycine	12,0 g
	Chlorure de lithium	5,0 g
	Agar-agar	12 à 20 g
	Eau distillée	1000 ml
Rappaport Vassiliadis Soja (RVS) pH=5,2±0,2	Digestat enzymatique de soja	4,5 g
	Chlorure de sodium	7,2 g
	Phosphate monopotassique	1,26 g
	Phosphate dipotassique	0,18 g
	Chlorure de magnésium, 6H ₂ O	28,6 g
	Oxalate de vert malachite	0,036 g
Gélose Nutritive (GN) pH=7	Extrait de viande	1,0 g
	Extrait de levure	2,5 g
	Peptone	5,0 g
	Chlorure de sodium	5,0 g
	Agar	15,0 g
Man, Rogosa, Sharpe (MRS) pH=6,2	Peptone	10 g
	Extrait de viande de bœuf	10 g
	Extrait de levure	5 g
	Glucose	20 g
	Phosphate monopotassique	2 g
	Acétate de sodium	5 g
	Citrate d'ammonium	2 g
	Sulfate de magnésium	0,2 g
	Sulfate de manganèse	0,05 g

	Agar	15 g
	Tween 80	1 ml
HEKTOEN pH=7,5±0,2	Proteose peptone	12 g
	Extrait de levure	3 g
	Lactose	12 g
	Sucrose	12 g
	Salicine	2 g
	Sels biliaires	9 g
	Chlorure de sodium	5 g
	Thiosulfate de sodium	5 g
	Citrate d'ammonium ferrique	1,5 g
	Bleu de bromthymol	0,065 g
	Fushine acide	0,10 g
	Agar	15 g
	XLD pH=7,4±0,2	Xylose
L-lysine		5 g
Lactose		7,5 g
Sucrose		7,5 g
Chlorure de sodium		5 g
Extrait de levure		3 g
Désoxycholate de sodium		2,5 g
Thiosulfate de sodium		6,8 g
Citrate d'ammonium ferrique		0,8 g
Rouge de phénol		0,08 g
Agar		13,5 g
Kligler Hajna pH=7,4±0,2		Peptone
	Extrait de levure	3 g
	Extrait de viande de bœuf	3 g
	Proteose peptone	5 g
	Chlorure de sodium	5 g
	Lactose	10 g
	Dextrose	1 g
	Thiosulfate de sodium	0,3 g
	Sulfate de fer	0,2 g

	Rouge de phénol	0,024 g
	Agar	15 g
Urée indole pH=6,8±0,2	Urée	20 g
	Phosphate monopotassique	1 g
	Phosphate dipotassique	1 g
	Rouge de phénol	0,025 g
	Chlorure de sodium	5 g
	L-Tryptophane	3 g
Tellurite de potassium	Assay >95,0 % (RT, calc, on dry substance), K ₂ O ₃ Te	

ANNEXE V

PREPARATION DES ECHANTILLONS ET DE LA GAMME-ETALON POUR LE DOSAGE DES PHENOLS

Quantité de phénols dans l'ampoule (µg)	Echantillon	Gamme étalon				
	-	0	5	10	15	20
Extrait alcoolique (ml)	5	-	-	-	-	-
Solution étalon de phénol (5 mg.l ⁻¹) (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 2 N (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

Les solutions sont introduites dans une ampoule de 250 ml en agitant énergiquement et en

dégazant entre chaque étape. Ils sont laissés décanter 10 min pour la gamme étalon et 30 min pour les échantillons. La phase chloroformique, plus dense, est récupérée et filtrée à l'aide d'un entonnoir garni d'un filtre à papier contenant environ 6 g de sulfate de sodium anhydre. Pour bien protéger le filtrat de la lumière et de la chaleur, il est conservé dans un flacon ambré et au réfrigérateur. La lecture de la densité optique (DO) est réalisée à 455 nm, dans une cuve en quartz. Le zéro est réalisé avec la solution de la gamme étalon ne contenant pas de phénols.

ANNEXE VI

METHODE DE DOSAGE DES ACIDES D- ET L-LACTIQUES

Protocole de préparation des cuves de spectrophotométrie : seuil bas de détection 0,025 g.l⁻¹

	Blanc	Standard	Echantillon
Echantillon	-	-	100 µl
Standard	-	100 µl	-
Eau distillée	100 µl	-	-
Réactif 1 (tampon, enzyme)	2000 µl	2000 µl	2000 µl
Après environ 3mn, la lecture de l'absorbance A₁ est réalisée à 340 nm			
Réactif 2 (NAD)	500 µl	500 µl	500 µl
La lecture de l'absorbance A₂ est réalisée à 340 nm après environ 15min			

Pour chaque échantillon, ΔA est calculé selon la formule :

$$\Delta A = (A_2 - A_1 \times df)_{\text{échantillon}} - (A_2 - A_1 \times df)_{\text{blanc}}$$

avec :

df : facteur de dilution

$$df = (\text{Vol}_{\text{échantillon}} + \text{Vol}_{\text{réactif 1}}) / (\text{Vol}_{\text{échantillon}} + \text{Vol}_{\text{réactif 1}} + \text{Vol}_{\text{réactif 2}}) = 0,808$$

Un facteur de dilution est appliqué car la densité optique A_1 est mesurée avant l'addition d'enzyme (réactif 2) et A_2 est mesurée à la fin de la réaction, c'est-à-dire après l'addition d'enzyme. Or l'addition d'enzyme ajoute un volume qui dilue la densité A_1 mesurée à l'origine.

On doit avoir $0,067 < \Delta A < 0,062$ (correspond à des concentrations entre 0,025 et 0,25 g.l¹). Pour les échantillons au-dessus du seuil haut de détection, le dosage est refait en diluant les échantillons par 2 ou par 3 selon les résultats obtenus.

Pour les échantillons en dessous du seuil bas de détection, le dosage est refait en suivant le protocole présenté ci-après.

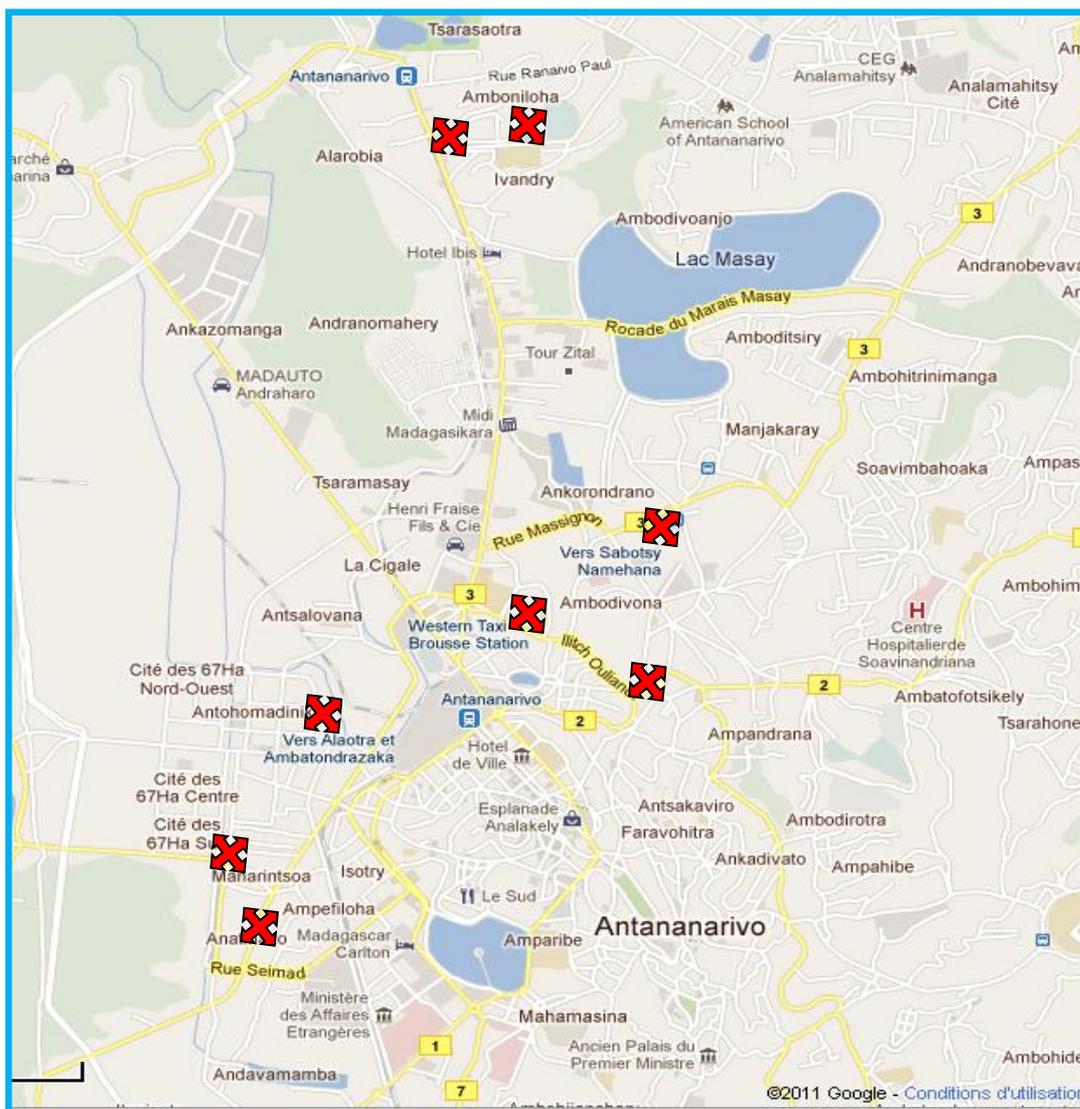
Protocole de préparation des cuves de spectrophotométrie : seuil bas de détection 0,007 g.l⁻¹

	Blanc	Echantillon
Echantillon	-	300 µl
Eau distillée	300 µl	-
Réactif 1 (tampon, enzyme)	1600 µl	1600 µl
Après environ 3mn, la lecture de l'absorbance A_1 est réalisée à 340 nm		
Réactif 2 (NAD)	400 µl	400 µl
La lecture de l'absorbance A_2 est réalisée à 340 nm après environ 15 mn		

ANNEXE VII

PRESENTATION DES LIEUX D'ENQUETES

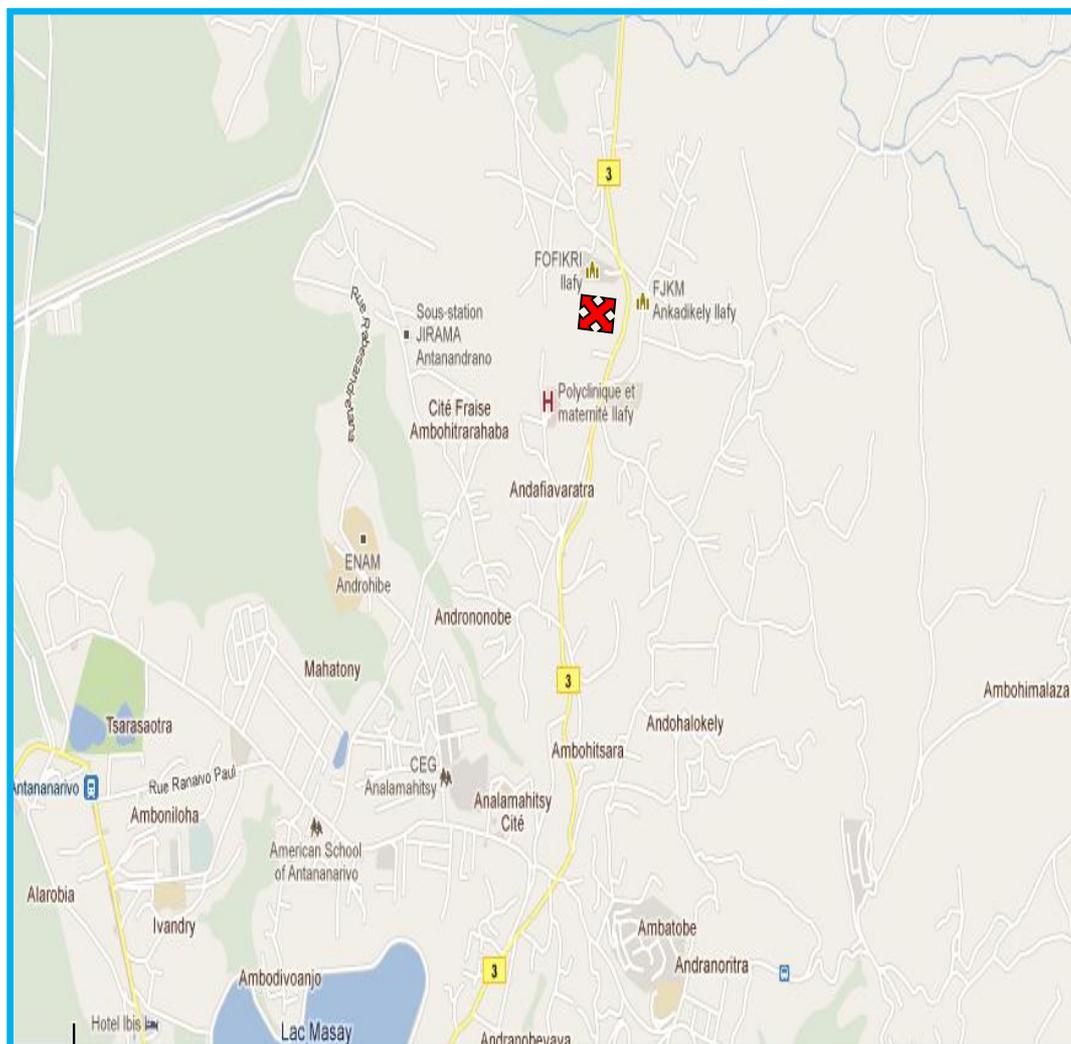
1*) Lieux d'enquêtes des producteurs, revendeurs et consommateurs en zone urbaine



Source : Google Earth Madagascar Map

 : Lieu d'enquête

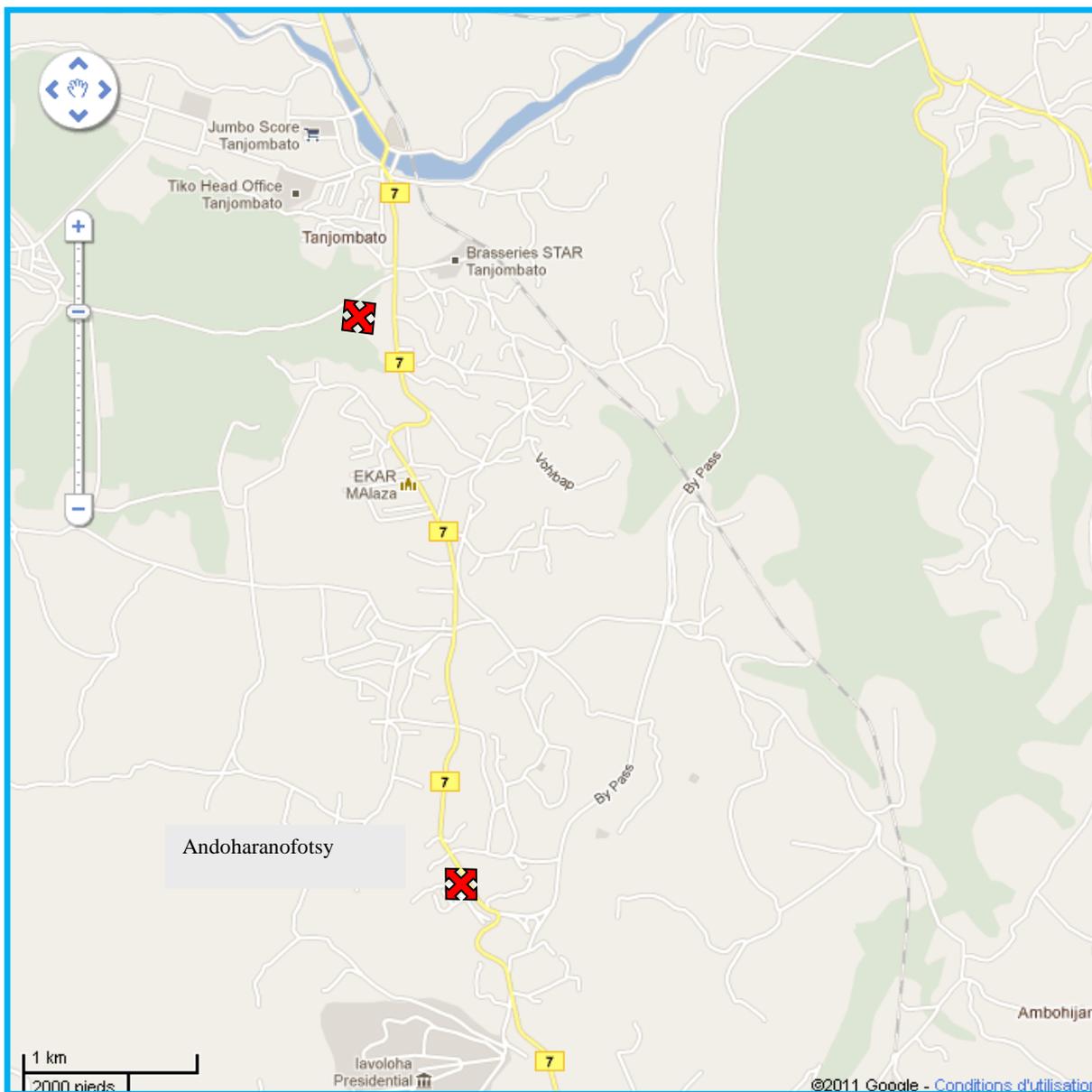
2*) Lieux d'enquêtes des producteurs et revendeurs en zone périurbaine



Source : Google Earth Madagascar Map

 : Lieu d'enquête

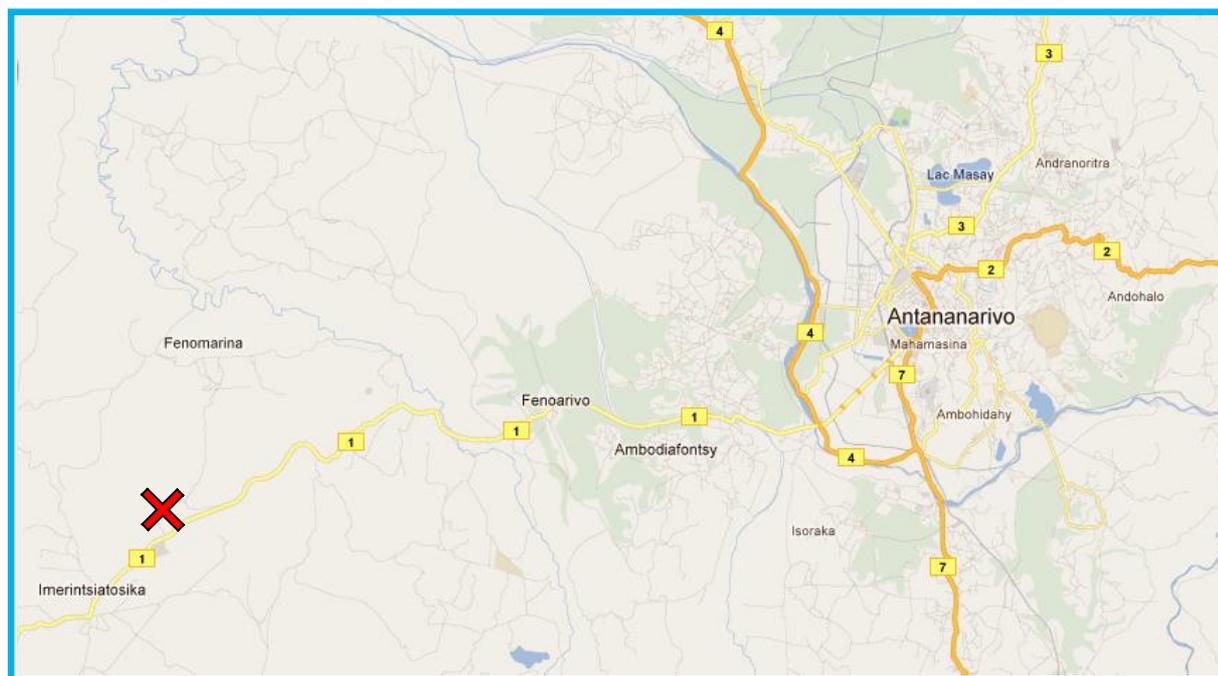
3*) *Lieux d'enquêtes des producteurs, revendeurs et consommateurs en zone périurbaine (suite)*



Source: Google Earth Madagascar Map

 : Lieu d'enquête

4*) Lieux d'enquêtes des producteurs et consommateurs en zone rurale



Source: Google Earth Madagascar Map

 : lieu d'enquêtes

ANNEXE VIII

ATTRIBUTS DE QUALITE DES KITOZA SALES/FUMES ET SALES/SECHES

Acteurs	Couleur/aspect	Consistance/Texture	Goût	Qualité hygiénique
Producteurs	Couleur doré/marron	Tendre/sec	fumé	
Revendeurs	Couleur doré/marron	Tendre/sec	fumé	Présentation en sachet et/ou dans vitrine Propreté de la boutique
Consommateurs	Couleur doré/marron/rouge	Tendre/sec	De viande sèche ou fumé	Propreté

ANNEXE IX

RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES

Type de kitoza	Zones	Site	N° lot	Teneur en eau (g/100 g)	Teneur en lipides (g/100 g)	Teneur en protéines (g/100 g)	Teneur en sel (g/100 g)	Aw
Salé/ fumé	Urbaine	Ankorondrano	1	43,0	26,3	34,5	3,50	0,93
		Ankorondrano	2	52,1	18,9	33,3	1,53	0,97
		Ampefiloha	3	45,6	14,8	41,3	3,74	0,93
		Mahamasina	4	58,7	12,4	53,4	2,60	0,97
		Ampefiloha	9	46,1	17,4	39,7	2,08	0,95
	PériU	Anosizato	5	46,7	20,1	36,4	1,55	0,96
		Anosizato	6	56,2	13,5	44,3	2,56	0,96
		Andoharanofotsy	7	40,4	12,9	36,7	2,86	0,97
		Tanjombato	8	60,7	13,6	40,9	2,31	0,97
		Ampitatafika	12	60,0	16,2	27,7	1,94	0,96
	Rurale	Imerintsiatosika	10	52,8	25,9	43,7	1,46	0,98
		Ambatomira/vy	11	55,6	12,3	34,6	2,71	0,96
		Anosizato	13	58,4	7,2	54,1	2,40	0,97
		Namehana	26	45,5	28,7	37,9	2,22	0,95
		Ankadikely	30	45,5	21,0	41,6	5,77	0,91
Salé/ séché	Urbaine	Ankatso	14	36,5	7,3	27,0	6,78	0,82
		Ankorondrano	18	32,3	20,5	42,3	5,84	0,84
		Fort Dushesne	19	31,9	10,6	28,7	6,72	0,80
		Mahazo	20	29,9	8,8	44,4	3,54	0,75
		Antanimora	21	34,8	15,0	45,2	6,29	0,83
		Ivandry	15	38,7	19,7	48,3	3,27	0,92
		Ivandry	16	32,1	13,8	54,7	3,75	0,84
	PériU	Ivato	17	39,1	17,8	36,3	4,41	0,89
		Ambohima/kely	24	17,9	38,3	45,3	1,30	0,83
		Tanjombato	28	17,1	51,8	27,9	1,63	0,83
	Rurale	Imerintsiatosika	22	32,6	15,8	46,9	3,94	0,78
		Ambatotokana	23	23,9	32,3	23,3	4,75	0,80
		Ankadikely	25	39,3	15,2	36,4	5,58	0,88
		Manazary	27	45,3	7,8	56,6	2,27	0,95
		Namehana	29	13,7	8,7	56,1	3,44	0,65

PériU: périurbaine

Type de kitoza	Zones	Site	N° lot	Teneur en phénols (mg/100 g)	pH	Acidité titrable (meq/100 g)	Teneur Acide D-lactique (g/100 g)	Teneur Acide L-lactique (g/100 g)
Salé/ fumé	Urbaine	Ankorondrano	1	5,16	5,42	11,8	0,096	1,00
		Ankorondrano	2	0,95	6,32	7,2	0,188	0,53
		Ampefiloha	3	1,17	6,01	12,4	0,164	0,52
		Mahamasina	4	5,60	5,08	13,6	0,667	0,66
		Ampefiloha	9	3,84	5,6	13,7	0,338	0,11
	PériU	Anosizato	5	1,26	6	11,9	0,051	0,84
		Anosizato	6	2,05	6,49	6,4	0,094	0,44
		Andoharanofotsy	7	1,42	5,67	11,7	0,014*	0,10
		Tanjombato	8	2,29	7,06	3,5	0,059	0,06
		Ampitatafika	12	5,63	5,88	9,0	0,203	0,07
	Rurale	Imerintsiosika	10	4,14	6,11	5,1	0,014*	0,06
		Ambatomira/vy	11	5,22	6,11	9,7	0,055	0,10
		Anosizato	13	5,98	6,37	8,2	0,066	0,07
		Namehana	26	3,65	6,26	17,5	0,059	0,5
		Ankadikely	30	0,42	7	3,3	0,015	0,02
Salé/ séché	Urbaine	Ankatso	14	0,86	6,04	14,9	0,308	0,12
		Ankorondrano	18	0,06	6,4	8,3	0,113	0,04
		Fort Duchesne	19	0,17	6,03	16,0	0,184	0,03
		Mahazo	20	0,35	6,27	8,9	0,014*	0,08
		Antanimora	21	0,41	6,59	7,1	0,066	0,05
		Ivandry	15	0,57	6,67	10,6	0,096	0,04
		Ivandry	16	0,64	6,37	14,2	0,188	0,06
	PériU	Ivato	17	0,63	6,43	12,7	0,196	0,10
		Ambohima/kely	24	0,30	6,82	10,3	0,553	0,13
		Tanjombato	28	0,32	6,66	6,5	0,297	0,3
	Rurale	Imerintsiosika	22	0,50	6,51	9,7	0,014*	0,07
		Ambatotokana	23	1,44	6,51	8,5	0,056	0,21
		Ankadikely	25	0,04	6,79	7,5	0,053	0,1
		Manazary	27	0,10	7,04	9,3	0,014*	0,1
		Namehana	29	0,31	6,07	7,7	0,020	0,6

PériU : périurbaine ; * : <0,014 (en dessous du seuil de détection)

Type de kitoza	Zones	Site	N° lot	Indice TBARS (mg d'équivalent MDA.kg-1)	FAMT (log ₁₀ UFC/g)	<i>E.coli</i> (log ₁₀ UFC/g)
Salé/fumé	Urbaine	Ankorondrano	1	3,06	8,0	1,5
		Ankorondrano	2	0,63	7,9	0,7*
		Ampefiloha	3	1,92	9,1	0,7*
		Mahamasina	4	1,11	8,4	0,7*
		Ampefiloha	9	0,32	10,3	0,7*
	PériU	Anosizato	5	0,53	8,1	0,7*
		Anosizato	6	0,47	9,8	0,7*
		Andoharanofotsy	7	0,64	10,3	0,7*
		Tanjombato	8	0,49	10,2	1,6
		Ampitatafika	12	0,22	8,6	0,7*
	Rurale	Imerintsiatosika	10	0,31	8,2	0,7*
		Ambatomira/vy	11	0,42	10,5	0,7*
		Anosizato	13	0,05	10,3	0,7*
		Namehana	26	0,11	9,8	3,2
		Ankadikely	30	0,39	10,1	1,0
Salé/séché	Urbaine	Ankatso	14	6,16	7,8	0,7*
		Ankorondrano	18	9,69	10,4	3,6
		Fort Dushesne	19	6,04	8,1	4,4
		Mahazo	20	11,43	11,3	5,2
		Antanimora	21	11,15	9,6	5,2
		Ivandry	15	0,36	10,3	4,1
		Ivandry	16	3,69	10,2	3,1
	PériU	Ivato	17	6,38	8,4	2,4
		Ambohima/kely	24	6,29	9,8	5,2
		Tanjombato	28	4,16	9,3	3,5
	Rurale	Imerintsiatosika	22	12,45	9,9	4,4
		Ambatotokana	23	7,97	9,6	5,1
		Ankadikely	25	3,99	10,2	2,9
		Manazary	27	1,56	9,8	3,4
		Namehana	29	6,22	9,1	3,3

PériU : périurbaine ; * : <0,7

ANNEXE X

TABLEAU DE COMPARAISON ENTRE LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES KITOZA DE PORC ET CELLES DES KITOZA DE BŒUF

Paramètres		KITOZA DE PORC		KITOZA DE BOEUF (Ratsimba, 2012)	
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
Teneur en eau (g/100 g)		41,1	12,9	42	11,4
Teneur en sel (g/100 g)		3,4	1,7	3,25	1,19
Aw		0,89	0,08	0,89	0,06
Teneur en lipides (g/100 g)		18,1	9,8	10,5	5,5
Teneur en protéines (g/100 g)		40,7	9,1	25,1	23,7
Teneur en phénols (mg/100 g)	<i>Kitoza fumés</i>	3,25	1,98	2,30	1,44
	<i>Kitoza séchés</i>	0,45	0,36	0,30	0,40
pH		6,29	0,47	5,79	0,22
Acidité titrable (meq/100 g)		9,9	3,5	11,9	2,8
Teneurs en acide D- lactique (g/100 g)		0,139	0,158	0,095	1,56
Teneurs en acide L- lactique (g/100 g)		0,23	0,27	1,32	0,36
Indice TBARS (mg d'équivalent MDA.kg-1)		3,61	3,88	3,39	3,68

Name: ANDRIAMAMPIANINA

First name: Herizo Lalaina

Titles: Production, sale and consumption of kitoza in the province of Antananarivo, quality of the pork kitoza

SUMMARY

Kitoza is a traditional salted, smoked and dried meat product of Madagascar. It is pork or beef-based. Its production is performed not only by housewives but also by producers at a bigger scale. However, the processes leading to its elaboration are well often empiric, badly controlled and its quality is not well known.

The surveys realized in the Antananarivo region, by producers, retailers and consumers of kitoza have permitted to collect relative data on the different preparation processes, steps and consumption ways. Otherwise, 30 samples of pork kitoza were taken and analyzed.

The kitoza of pork can be ranged in the category of food with high mean water content ($41.1\pm 12.9\%$) and among foods with intermediate moisture ($A_w = 0.89\pm 0.08$). Its salt content is not very high ($3.4\pm 1.7\%$). Kitoza is rich in fats ($18.1\pm 9.8\%$) and proteins ($40.7\pm 9.1\%$), which are two interesting nutritional characteristics. Its high pH (6.29 ± 0.47) indicates that it is not a fermented food even if 5 samples have some contents in lactic acid D- near to the fermented meat products. In addition, the rate of titrable acidity is about of 9.9 ± 3.5 g meq/100.

Some differences appear between the salted/dried kitoza and the salted/smoked kitoza. The first one, only homemade was drier, saltier and presents a weaker A_w . Their TBARS indication (6.5 ± 3.5 mg/kg) shows that they are more oxidized. The salted/smoked kitoza were classified in the category of enough smoked products with a total phenol content of 3.25 ± 1.98 mg/100 g.

From microbiological point of view, no pathogenic germ was detected in the two types of pork kitoza although they present a risk for public health because of its high concentration in total flora (9.3 ± 1.0 UFC/g) and a frequent contamination by *Escherichia coli*.

Keywords: Kitoza, meat of pork, salting, drying, smoking, survey, physicochemical characteristic, microbiological characteristic.

Advisors : Professeur JEANNODA Victor, Docteur RAKOTO-RANOROMALALA Danielle A. Doll, Docteur ARNAUD Elodie

Nom: ANDRIAMAMPIANINA

Prénoms: Herizo Lalaina

Titre du mémoire : Production, vente et consommation du kitoza dans la province d'Antananarivo, qualité du kitoza de porc

RESUME

Le kitoza est un produit carné salé, fumé, séché traditionnel de Madagascar, à base de porc ou de bœuf. Sa production n'est plus seulement réalisée par la ménagère mais aussi par des producteurs à plus grande échelle. Cependant, les procédés conduisant à son élaboration sont bien souvent empiriques et mal contrôlés et sa qualité peu connue.

Des enquêtes, réalisées dans la province d'Antananarivo, auprès de producteurs, revendeurs et de consommateurs de kitoza, ont permis de recueillir des informations relatives aux différents procédés de fabrication, aux étapes de préparation et aux modes de consommation du kitoza. Par ailleurs, 30 échantillons de kitoza de porc ont été prélevés et analysés.

Il ressort de cette caractérisation que le kitoza de porc peut être classé dans la catégorie des aliments à teneur moyenne en eau élevée ($41,1 \pm 12,9\%$) et parmi les aliments à humidité intermédiaire avec une A_w moyenne de $0,89 \pm 0,08$. Sa teneur en sel n'est pas très élevée ($3,4 \pm 1,7\%$) et il s'agit d'un produit riche en lipides ($18,1 \pm 9,8\%$) et en protéines ($40,7 \pm 9,1\%$) donc aux caractéristiques nutritionnelles intéressantes. Son pH élevé ($6,29 \pm 0,47$), quel que soit son type, indique qu'il ne s'agit pas d'un aliment fermenté bien que 5 échantillons aient des teneurs en acide D-lactique proches de celles des produits carnés fermentés. De plus, le taux d'acidité titrable est en moyenne de $9,9 \pm 3,5$ meq/100 g.

Des différences apparaissent entre les kitoza salés/séchés et les kitoza salés/fumés. Les premiers, fabriqués uniquement à l'échelon familial, sont plus secs, plus salés et présentent une A_w plus faible. Leur indice TBARS ($6,5 \pm 3,5$ mg/kg) indique qu'ils sont plus oxydés. Les kitoza salés/fumés sont, quant à eux, classés dans la catégorie des produits assez fumés avec une teneur en phénols totaux de $3,25 \pm 1,98$ mg/100 g.

Du point de vue microbiologique, aucun germe pathogène n'a été détecté pour les deux types de kitoza de porc bien qu'ils posent un risque pour la santé publique, en raison d'une charge élevée en flore totale ($9,3 \pm 1,0$ log₁₀ UFC/g) et une contamination fréquente par *Escherichia coli*.

Mots-clés : Kitoza, viande de porc, salage, séchage, fumage, enquêtes, caractéristiques physico-chimiques, caractéristiques microbiologiques.

**Encadreur : Professeur JEANNODA Victor, Docteur RAKOTO-RANOROMALALA Danielle
A. Doll, Docteur ARNAUD Elodie**