

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ANNEXES

ABREVIATIONS

GLOSSAIRE

INTRODUCTION GENERALE

1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.	Le kitoza de bœuf et caractéristiques de produits similaires	3
	I.1. Le kitoza	3
	I.2. Le biltong, un produit apparenté au kitoza de bœuf salé/séché	4
	I.3. Produits pouvant s'apparenter au kitoza de bœuf salé/séché/fumé	5
II.	Paramètres physico-chimiques influençant l'aptitude à la conservation et la dégradation de la viande	6
	II.1. Teneur en sel	6
	II.2. Teneur en eau	6
	II.3. Activité de l'eau (Aw)	6
	II.4. pH et acides organiques	7
	II.5. Oxydation des lipides	8
	II.6. Teneurs en phénols et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	9
III.	Microorganismes d'altération	10
	III.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT)	11
	III.2. <i>Escherichia coli</i>	11
	III.3. <i>Salmonella</i>	12

MATERIELS ET METHODES

I.	Enquêtes sur la production et la consommation du kitoza	13
II.	Analyses des produits finis	13
	II. 1. Prélèvements	13
	II.2. Echantillonnage	14
	II.3. Analyses physico-chimiques	14
	II.3.1. Mesure de la teneur en lipides	14
	II.3.2. Mesure de la teneur en protéines totales	15

II.3.3. Mesure de la teneur en eau	16
II.3.4. Mesure de la teneur en sel	17
II.3.5. Mesure de l'activité de l'eau	17
II.3.6. Mesure du pH et de l'acidité titrable	18
II.3.7. Mesure des teneurs en acides D- et L-lactiques	18
II.3.8. Mesure de la teneur en phénols totaux	20
II.3.9. Mesure de l'indice TBARS	21
II.4. Analyses microbiologiques	22
II.4.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale et d' <i>Escherichia coli</i>	23
II.4.2. Recherche de <i>Salmonella</i>	24
II.4.3. Isolement des staphylocoques à coagulase négative et des bactéries lactiques	25
II.5. Analyses statistiques	26
<b>RESULTATS</b>	
I.    Enquêtes sur la production et la consommation du kitoza	27
I.1. Production de kitoza	27
I.1.1. A l'échelle artisanale	27
I.1.2. A l'échelle familiale	28
I.1.3. Méthodes de fabrication	28
I.1.4. Commercialisation	30
I.2. Consommation	30
II.   Caractérisation des produits finis	30
II.1. Teneur en lipides	31
II.2. Teneur en protéines totales	33
II.3. Teneur en eau	34
II.4. Teneur en sel	35
II.5. Activité de l'eau (Aw)	36
II.6. pH	37
II.7. Acidité titrable	39
II.8. Teneur en acide D-lactique	39
II.9. Teneur en acide L-lactique	40
II.10. Teneur en phénols	41
II.11. Indices TBARS	42

II.12. Flore aérobie mésophile totale (FAMT)	43
II.13. <i>Escherichia coli</i>	44
II.14. <i>Salmonella</i>	45
II.15. Staphylocoques à coagulase négative et bactéries lactiques	45
DISCUSSION	46
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
ANNEXES	
RESUME	

## LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1</u> : Caractéristiques physico-chimiques du biltong	4
<u>Tableau 2</u> : Qualité sanitaire du biltong	5
<u>Tableau 3</u> : Caractéristiques physico-chimiques du kundi	5
<u>Tableau 4</u> : Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité	7
<u>Tableau 5</u> : Dosage des acides D- et L-lactiques (seuil de détection = 0,025g/l)	19
<u>Tableau 6</u> : Dosage des acides D- et L-lactiques (seuil de détection = 0,007g/l)	19
<u>Tableau 7</u> : Préparation des échantillons et de la gamme-étalon pour le dosage des phénols totaux	21
<u>Tableau 8</u> : Composition de la gamme étalon-pour la détermination de l'indice TBARS	22
<u>Tableau 9</u> : Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des kitoza de bœuf (n=30) et effets du type de kitoza et du type de kitoza et de la zone de prélèvement	31

## LISTE DES FIGURES

<u>Figure 1</u> : Diagramme de répartition et nombre des échantillons	13
<u>Figure 2</u> : Diagramme des procédés de fabrication du kitoza séché et du kitoza fumé	29
<u>Figure 3</u> : Fréquence des teneurs en lipides des kitoza	32
<u>Figure 4</u> : Teneurs en lipides des kitoza fumés et séchés (n=15)	32
<u>Figure 5</u> : Teneurs en lipides des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	33
<u>Figure 6</u> : Fréquence des teneurs en protéines des kitoza	33
<u>Figure 7</u> : Fréquence des teneurs en eau des kitoza	34
<u>Figure 8</u> : Teneur en eau des kitoza fumés et séchés (n=15)	34
<u>Figure 9</u> : Teneur en eau des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	35
<u>Figure 10</u> : Fréquence des teneurs en sel des kitoza	35
<u>Figure 11</u> : Fréquence des Aw des kitoza	36
<u>Figure 12</u> : Activité en eau des kitoza fumés et séchés (n=15)	36
<u>Figure 13</u> : Activité en eau des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	37
<u>Figure 14</u> : Fréquence des pH des kitoza	37
<u>Figure 15</u> : pH des kitoza fumés et séchés (n=15)	38
<u>Figure 16</u> : pH des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	38
<u>Figure 17</u> : Fréquence des acidités titrables des kitoza	39
<u>Figure 18</u> : Fréquence des teneurs en acide D-lactique des kitoza	39
<u>Figure 19</u> : Fréquence des teneurs en acide L-lactique des kitoza	40
<u>Figure 20</u> : Teneurs en acide L-lactique des kitoza fumés et séchés (n=15)	40
<u>Figure 21</u> : Fréquence des teneurs en phénols des kitoza	41
<u>Figure 22</u> : Teneurs en phénols des kitoza fumés et séchés (n=15)	41
<u>Figure 23</u> : Teneurs en phénols des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	42
<u>Figure 24</u> : Fréquence des indices TBARS des kitoza	42
<u>Figure 25</u> : Fréquence des charges en flore aérobie mésophile totale des kitoza	43

<u>Figure 26</u> : Charges en flore aérobie mésophile totale (FAMT) des kitoza fumés et séchés (n=15)	43
<u>Figure 27</u> : Charges en flore aérobie mésophile totale des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)	44
<u>Figure 28</u> : Fréquence des charges en <i>E. coli</i> des kitoza	45
<u>Figure 29</u> : Distribution des kitoza en fonction de leur activité en eau et leur teneur en eau	49

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaires d'enquêtes

ANNEXE 2 : Composition des milieux de culture

ANNEXE 3 : Cartes des lieux d'enquêtes

ANNEXE 4 : Résultats d'enquêtes

ANNEXE 5 : Photos de fumoirs

ANNEXE 6 : Provenance des échantillons de kitoza

ANNEXE 7 : Résultats des analyses physico-chimiques

ANNEXE 8 : Résultats des analyses microbiologiques

## ABREVIATIONS

**Aw** : activité de l'eau

**DO** : densité optique

**FAMT** : flore aérobie mésophile totale

**HAP** : hydrocarbure aromatique polycyclique

**meq** : milliéquivalent

**PAC** : producteur pour autoconsommation

**TBA** : acide thiobarbiturique

**ufc** : unité formant colonie

## GLOSSAIRE

**Biltong** : viande de bœuf ou de venaison salée/séchée d’Afrique du Sud

**Boucané** : morceau de porc ou de lard fumé de la Réunion (boucané = fumé)

**Carne de sol** : viande de bœuf salée et boucanée du Brésil

**Cecina** : viande salée/séchée de bœuf du Mexique

**Charmoute** : viande séchée du Tchad

**Charque ou charqui** : viande salée/séchée, habituellement de cheval, lama ou bœuf, commune en Amérique du Sud

**Commensal** : se dit d’un être vivant qui vit au contact d’un autre en profitant des résidus de sa nourriture mais sans le parasiter

**Kaddid** : produit carné traditionnel marocain à base de mouton ou de bœuf

**Kilishi** : viande de bœuf salée/séchée/grillée de l’Afrique de l’Ouest

**Kitoza** [kituze] : viande sale séchée et/ou fumée de Madagascar

**Kundi** : viande séchée/fumée du Nigeria

**Pastirma** : viande de bœuf salée/séchée des pays méditerranéens (Egypte, Grèce et Turquie)

**Quitab** : viande séchée des pays du Sahel

**Unam inung** : viande salée/séchée de porc du Nigeria

# INTRODUCTION GENERALE

## **INTRODUCTION GENERALE**

Le kitoza de bœuf est un produit carné traditionnel de Madagascar. Considéré autrefois comme un plat royal, il tient encore une grande place dans le menu quotidien des ménages malgaches. Aujourd'hui, il n'est plus seulement produit par la ménagère mais aussi au niveau des charcuteries et des industries modernes.

Bien qu'il en existe à base de porc également, le kitoza de bœuf est le plus répandu. En effet, Madagascar compte presque autant de zébus que d'habitants. Ils sont synonymes de richesse et il n'est pas rare de croiser d'immenses troupeaux dans les régions sud et ouest de l'île. Pour certaines ethnies, comme les Bara, voler un zébu est signe de courage et de force<sup>1</sup>. Ancien emblème de la royauté, le zébu garde aujourd'hui une place importante dans la vie quotidienne et dans les croyances malgaches. La viande de bœuf est également la viande la plus consommée en Afrique (FAO, 1998).

A Madagascar, la consommation de viande reste l'apanage des couches les plus aisées de la population. Pour la majorité, elle est le plus souvent réservée aux moments festifs. D'autre part, elle est une source importante d'infection chez l'homme (OMS, 1968). Les intoxications alimentaires peuvent poser de graves problèmes de santé et le fonctionnement du marché peut être sévèrement limité si la qualité et la certification des aliments sont inappropriées (FAO, 2006). Aussi, dans les pays du Sud et à Madagascar, où l'utilisation du froid reste coûteuse et non garantie, la production de produits carnés stables à la température ambiante comme le kitoza, selon des méthodes peu coûteuses et faciles à mettre en œuvre représente un enjeu important.

Malgré cela, la qualité du kitoza n'est pas contrôlée. Et à ce jour il n'a fait l'objet, à notre connaissance, d'aucune étude scientifique portant sur la caractérisation de son procédé de fabrication ou de ses propriétés biochimiques et microbiologiques.

Le projet AFTER (African Food Tradition Revisited by Research) est un projet financé par l'Union Européenne et coordonné par le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement). Il vise à améliorer les produits traditionnels africains ainsi que le savoir-faire y afférent, en partageant des connaissances et des techniques européennes et africaines, afin d'en faire bénéficier les consommateurs et les producteurs en Afrique et en Europe. Divers types de produits sont

<sup>1</sup> <http://www.madagascar-vision.com/zebu/>. 06/12/11.

inclus dans le projet tels les céréales, les produits issus d'extraits de plantes et les produits carnés. Le kitoza a été choisi pour Madagascar et dans ce cadre, un travail a été initié fin 2010 par le Département de Biochimie fondamentale et appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université d'Antananarivo en collaboration avec l'UMR QualiSud\*. La première partie du projet consiste à caractériser le savoir-faire traditionnel et la qualité du kitoza. Des améliorations seront ensuite proposées dans la deuxième partie.

Le travail qui fait l'objet de ce mémoire porte sur la caractérisation de la production et de la consommation de kitoza dans la province d'Antananarivo et la caractérisation de la qualité du kitoza de bœuf. Pour cela, des enquêtes de terrain ont été réalisées ainsi que des prélèvements et des analyses d'échantillons pour déterminer la qualité nutritionnelle et sanitaire du kitoza de bœuf.

Le mémoire comporte trois parties :

- une synthèse bibliographique qui présente les données sur le kitoza et les caractéristiques de produits qui lui sont similaires. Les caractéristiques physico-chimiques qui sont influencées par les opérations de salage, séchage et fumage, opérations que l'on retrouve dans le procédé de fabrication du kitoza sont également présentées. Il s'agit aussi d'introduire les caractéristiques importantes dans l'aptitude à la conservation et la dégradation des viandes.
- une partie sur les matériels et méthodes utilisés pour le travail d'enquête et la caractérisation des produits finis,
- les résultats et discussion.

Le manuscrit s'achève avec la conclusion générale et les perspectives de ce travail.

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

# **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

Le salage, le séchage et le fumage font partie des plus anciens modes de conservation de la viande (Girard, 1988). Dans les pays du Sud où les conditions climatiques et environnementales favorisent rapidement sa dégradation, et où il manque parfois de structures adéquates pour sa conservation au frais, les techniques traditionnelles de transformation reposent souvent sur l'utilisation seule ou combinée de ces opérations simples à mettre en œuvre et peu coûteuses. Elles conduisent à une grande variété de produits dont les plus connus sont, parmi les produits à base de bœuf, le charque et le carne do sol (Amérique du Sud), le biltong (Afrique du Sud), le kilishi (pays du Sahel) et le kitoza (Madagascar) (Laurent, 1981 ; Colligan *et al.*, 2008 ; Santchurn *et al.*, 2011).

Cette synthèse bibliographique a pour objet de présenter l'état de l'art sur le kitoza. Ce dernier n'ayant, à notre connaissance, jamais fait l'objet d'étude scientifique sur son procédé de fabrication et/ou ses propriétés physico-chimiques ou microbiologiques, les caractéristiques de produits proches du kitoza de bœuf sont présentées. Enfin, les caractéristiques de la viande qui évoluent au cours des opérations de salage, séchage et fumage et qui ont un rôle soit dans son aptitude à la conservation soit dans la dégradation de sa qualité organoleptique ou sanitaire, seront exposées dans cette synthèse. Il s'agira notamment des teneurs en eau, sel, phénols et hydrocarbures aromatiques polycycliques, de l'activité en eau, du pH et acides organiques, des indices de mesure de l'oxydation de la viande et de certains microorganismes pathogènes.

## **I. LE KITOZA ET CARACTERISTIQUES DE PRODUITS SIMILAIRES**

### **I.1. Le kitoza**

Pour les Malgaches, le destin du bœuf est de servir de viande. La viande de boeuf a donné lieu à diverses techniques de préparation et/ou de conservation. Cela va de la production de lanières de viande séchée (kitoza) à celle du varanga en passant par le jaka, viande spécialement préparée et conservée dans la graisse. En pays Sakalava et/ou Tsimihety, 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 des lanières (Raharolahy, 2004).

Traditionnellement, au niveau familial, le kitoza est obtenu à partir de lanières de viande maigre de bœuf ou de porc salées puis séchées/fumées au-dessus du foyer jusqu'à consommation totale (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, elles sont dénomées saly (Molet, 1982).

Le kitoza est ensuite consommé frit ou grillé. Il accompagne traditionnellement le « vary soso » ou le « vary amin'anana » qui sont des plats de riz en bouillon, le second étant cuit avec des brèdes.

### **I.2. Le biltong, un produit apparenté au kitoza de bœuf salé/séché**

Le biltong, viande salée/séchée de bœuf le plus souvent mais aussi de viande de gibier, est un produit très répandu en Afrique du Sud. Presque tous les muscles de la carcasse peuvent être utilisés pour sa fabrication. La viande est coupée en longues bandes (4×2,5×20-30cm) puis salée pendant quelques heures. Des nitrites/nitrates peuvent aussi être utilisés ainsi que du sucre, vinaigre, poivre et autres épices. Traditionnellement, le biltong est ensuite suspendu pendant 1 à 2 semaines dans une zone bien ventilée pour sécher. Pour des productions à plus grande échelle, des enceintes de séchage sont utilisées permettant de réduire la durée de séchage à quelques jours. Il peut être conservé pendant des mois sans réfrigération. Le biltong est consommé tel quel (Van Der Riet, 1982 ; Collignan *et al.*, 2008). Aussi, de par ses dimensions et les opérations unitaires impliquées dans sa fabrication, le biltong est, parmi les produits traditionnels à base de bœuf, celui qui est le plus proche du kitoza de bœuf salé/séché.

Le biltong a fait l'objet d'un certain nombre de travaux notamment sur la caractérisation de ses caractéristiques physico-chimiques (tableau 1). Van Der Riet (1982) a publié des données sur la composition de 20 biltong et montré que leur teneur en eau varie de 8 à 44%, leur teneur en sel de 3,5 à 7,7% et leur activité de l'eau ( $A_w$ ) de 0,60 à 0,84. Il n'a pas publié de données quant à leur teneur en protéines et en lipides. Lewis *et al.* (1957) ont donné la composition complète d'un biltong fortement déshydraté, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'à cette époque, il était utilisé au cours d'expéditions.

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du biltong

<b>Paramètres</b>	<b>Van Der Riet, 1982</b>	<b>Lewis <i>et al.</i>, 1957</b>
Teneur en eau (%)	8-44	11,5
$A_w$	0,60-0,84	
Teneur en sel (%)	3,5-7,7	
Teneur en protéines (%)	-	65
Teneur en lipides (%)	-	1,9

Le tableau 2 résume les données trouvées dans la littérature quant à la qualité sanitaire microbiologique du biltong.

Tableau 2 : Qualité sanitaire du biltong

Microorganismes	Prior (1984)	Osterhoff et Leistner (1984) (n=20)	Taylor (1976)	Nortje <i>et al.</i> (2005) (n=3)
FAMT (ufc/g)	$3,8.10^7$	$< 1.10^2 - 1,1.10^8$	$10^6-10^7$	-
<i>Salmonella</i> (ufc/g)	-	-	-	0
<i>E. coli</i> (ufc/g)	-	-	-	0
<i>Pseudomonas</i>	0	-	-	-
Coliformes	-	-	-	0
Coagulase + staphylocoques (ufc/g)	-	-	-	$7,0.10^2 - 1,4.10^3$

### **I.3. Produits pouvant s'apparenter au kitoza de bœuf salé/séché/fumé**

On retrouve dans la littérature un certain nombre d'études sur les produits traditionnels fumés à chaud à base de porc comme l'unam inung (Solomon *et al.*, 1994, Egbunike et Okubanjo, 1999) et le boucané (Poligne *et al.*, 2001).

Parmi les produits à base de bœuf, on retrouve le kundi produit au Nigeria dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 3.

A notre connaissance, il n'y a pas de données sur les caractéristiques microbiologiques de ces produits dans la littérature.

Tableau 3 : Caractéristiques physico-chimiques du kundi (d'après Alonge, 1987)

Paramètres	Gamme de variation (n=20)
Teneur en eau (%)	48,8-62,9
Aw	0,73-0,90
Teneur en sel (%)	0,5
Teneur en phénols (g/100g)	0,5-1,4
Teneur en benzo(a)pyrène (µg/kg)	20,8-66,9

## **II. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES INFLUENÇANT L'APTITUDE A LA CONSERVATION ET LA DEGRADATION DE LA VIANDE**

Il est important d'étudier les paramètres physico-chimiques évoluant au cours des opérations de salage, séchage et fumage. En effet, ils ont une influence sur l'aptitude à la conservation et à la dégradation de la viande.

### **II.1. Teneur en sel**

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

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

### **II.2. Teneur en eau**

La teneur en eau des viandes avant transformation est de l'ordre de 70 à 75% (Girard, 1988).

Le séchage a pour but de réduire la teneur en eau afin de favoriser la conservation du produit ayant préalablement subi un salage (Knockaert, 1990). En effet, la teneur en eau détermine aussi la périssabilité d'un aliment car les microorganismes ont besoin d'eau pour survivre.

La déshydratation du produit carné s'accompagne d'une stabilisation microbienne et de la fleur. C'est en cours de séchage que se développent la couleur et la saveur spécifiques du produit (Girard, 1988)

### **II.3. Activité de l'eau (Aw)**

L'activité de l'eau, notée Aw (de l'anglais « activity of water »), est un concept qui traduit le degré de fixation de l'eau. L'Aw d'un produit alimentaire s'identifie à l'humidité relative de l'air en équilibre thermodynamique avec le produit. L'Aw permet de mesurer la disponibilité globale moyenne de l'eau et d'évaluer en quelque sorte sa potentialité à réagir (Girard, 1988).

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

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

Ainsi, la viande se classe parmi les aliments à haute humidité (Girard, 1988) et les viandes salées/séchées se classent dans la deuxième, voire troisième catégorie pour lesbiltong les plus secs ou la viande de bœuf salée/séchée/grillée de l’Afrique de l’Ouest appelée kilishi ou encore le quitab (viande séchée du Sahel) ou le charmoute (viande séchée du Tchad) (Kalilou, 1997).

La valeur de l’Aw atteint des valeurs comprises entre 0,4 et 0,6 pour la viande déshydratée, et le saucisson sec, viande salée/séchée mais aussi fermentée, présente quant à lui des valeurs d’Aw comprises entre 0.75 et 0.90 (Girard, 1988).

#### **II.4. pH et acides organiques**

Le pH, à côté de l’activité en eau, est également un facteur important de l’aptitude à la conservation des viandes (tableau 4).

Tableau 4 : Classement des produits carnés suivant leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs critères de conservabilité (Girard, 1988)

<b>Caractéristiques</b>	<b>Critères physiques</b>	<b>Mode de stockage</b>
Très facilement putréfiable	$Aw > 0,95$ et $pH > 5,2$	$\leq 5\text{ °C}$
Putréfiable	$0,91 \leq Aw \leq 0,95$	$\leq 10\text{ °C}$
Conservable	$Aw \leq 0,95$ et $pH \leq 5,2$ Ou seulement $Aw < 0,91$ quel que soit le pH Ou seulement $pH < 5$ quel que soit l’Aw	Pas de refroidissement nécessaire

Sur l’animal vivant, le muscle a une réaction neutre, son pH est égal à 7. Après la saignée à l’abattoir, la viande devient l’objet de réactions chimiques très complexes débouchant sur la formation d’acides, dont l’acide lactique. Le pH de la viande s’abaisse. Pour le muscle du bœuf, cette valeur oscille entre 5,5 et 5,9 (Laurent, 1981).

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

Des études menées sur la cecina, le charqui et le pastirma, viandes salées/séchées d'Amérique du sud et du Moyen-Orient (Garcia *et al.*, 1995 ; Pinto *et al.*, 2002 ; Kaban, 2009), montrent que la composition bactérienne de ces produits (teneurs élevées en bactéries lactiques et coques catalase positive) est proche de celle des produits fermentés. Garcia *et al.*, ainsi que Pinto *et al.* ont même montré la sélection de Staphylocoques à coagulase négative au cours du séchage qui, dans le cas du charqui, donnent un arôme caractéristique (Pinto *et al.*, 2002). Pourtant, le pH de ces différents produits reste élevé (Garcia *et al.*, 1995 ; Kaban, 2009 ; Lara *et al.*, 2003) alors que dans le saucisson sec, la fermentation se traduit par la diminution du pH et la production d'acide lactique (Montel *et al.*, 1993).

## **II.5. Oxydation des lipides**

Les lipides jouent un rôle irremplaçable dans notre alimentation. Non seulement, ils constituent une source d'énergie, d'acides gras essentiels, de vitamines liposolubles, de précurseurs d'hormones, mais ils jouent aussi un rôle organoleptique par leur contribution à la texture et à la sapidité des aliments. Le principal défaut des lipides est de s'oxyder facilement. Il s'agit d'une des causes majeures de l'altération des denrées alimentaires.

Les acides gras libres, notamment les polyinsaturés, sont relativement sensibles à l'oxydation. Les triglycérides les plus insaturés subissent également cette oxydation (Girard, 1988). La viande de ruminant est critiquée pour ses faibles teneurs en acides gras polyinsaturés (Bauchart *et al.*, 2006 ; Normand, 2004).

L'oxydation des lipides peut réduire la qualité nutritionnelle, modifier la texture et la couleur des aliments (Jeantet *et al.*, 2007 ; Coibion, 2008 ; Santchurn *et al.*, 2011).

La détermination de l'indice TBA (acide thiobarbiturique) ou TBARS, est la méthode la plus utilisée pour mesurer l'étendue de l'oxydation des lipides dans les aliments. Plus l'indice TBA est élevé, plus les risques de rancissement sont importants. Le TBA reflète donc la qualité du produit (Girard, 1988).

L'oxydation des acides gras consiste en une rupture des doubles liaisons avec libération de peroxydes instables donnant des composés volatils souvent aromatiques comme des aldéhydes et des cétones. L'oxydation des acides gras insaturés est une réaction en chaîne dont l'initiation est favorisée par la lumière et dont la vitesse est accélérée par la chaleur, l'oxygène gazeux, certains métaux comme le fer sous forme  $Fe^{++}$  ou, à un degré moindre,

Fe<sup>+++</sup>. Le fer du noyau hémique des pigments colorés (myoglobine) est également prooxydant (favorise l'oxydation des lipides) (Poma, 1998 ; Durand, 1999 ; Jeantet *et al.*, 2007).

L'Aw et l'état physique de l'eau influencent fortement la stabilité oxydative d'un aliment. Le pH intervient également sur le mécanisme d'oxydation des lipides, principalement en modifiant la solubilité et l'activité des catalyseurs et des inhibiteurs de l'oxydation (Jeantet *et al.*, 2007).

## **II.6. Teneurs en phénols et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

La fumée est le produit de la combustion incomplète du bois. La combustion complète conduit à la production de gaz, constitué essentiellement de vapeur d'eau et de gaz carbonique et de cendres (Girard, 1988 ; Durand, 1999). La fumée est constituée d'une suspension de particules solides et liquides en milieu gazeux; les substances contenues dans ces phases sont les mêmes, mais en concentrations différentes. Dans la phase liquide qui représente environ 90% de la fumée, les particules mesurant 0,1 micron sont peu solubles et ont des points d'ébullition élevés (Knockaert, 1990).

A titre indicatif, tous les bois sont constitués, à la base, de cellulose, hémicellulose et lignine dans les proportions moyennes de 2/1/1, mais qui varient d'un bois à l'autre.

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

Ainsi, les composés phénoliques interviennent soit en interrompant la phase de propagation de l'oxydation soit en inactivant les catalyseurs d'oxydation (Jeantet *et al.*, 2007). Les phénols ont un effet antioxydant plus marqué sur les lipides, leur permettant d'agir sur la conservabilité du produit traité (Girard, 1988).

De très nombreux composés de la fumée dont le formaldéhyde mais surtout les composés phénoliques, ont une action bactéricide ou bactériostatique et une influence sur la couleur et sur le goût (Olsen, 1977 ; Durand, 1999). Ces produits se situeraient plus dans la phase particulaire de la fumée que dans la phase aqueuse.

Le fumage s'accompagne aussi d'effets parasites, notamment la contamination du produit par certains composés toxiques de la fumée tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Il existe environ 200 HAP dont 10 présentent un risque de cancérogénicité. Les plus connus sont le 3,4-benzopyrène (ou benzo(a)pyrène), le fluoranthène et le phénanthrène. Les quantités d'hydrocarbures polycycliques produites dépendent énormément des conditions de production de la fumée (Girard, 1988). Plus la température est élevée, plus la concentration en 3,4-benzopyrène est importante (Durand, 1999). Ce dernier figurant parmi les premiers HAP identifiés et possédant une action cancérigène, il a été retenu pendant longtemps comme indicateur de contamination dans les denrées alimentaires. La réglementation européenne a récemment évolué à ce sujet et le règlement CE N°835/2011 du 19 août 2011 fixe la teneur maximale du benzo(a)pyrène dans les viandes fumées à 5 µg/kg jusqu'au 31 août 2014 et à 2 µg/kg au-delà et la teneur maximale de la somme des quatre HAP (benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène) à 30µg/kg à partir du 1<sup>er</sup> septembre 2012 jusqu'au 31 août 2014 et 12 µg/kg au-delà.

Ces HAP peuvent aussi avoir comme origine la contamination des aliments par la pollution atmosphérique (Girard, 1988).

### **III. MICROORGANISMES D'ALTERATION**

Les microorganismes dégradent les aliments, conduisant à une dépréciation des qualités organoleptiques et sanitaires de l'aliment : ils altèrent le goût, l'odeur, l'aspect du produit (Jeantet *et al.*, 2007).

L'évaluation de la qualité microbiologique d'un produit alimentaire concerne deux aspects :

- la qualité hygiénique qui caractérise le risque pour la santé du consommateur ;
- la qualité commerciale qui caractérise l'existence ou le risque d'altération.

Le développement microbien est conditionné par divers facteurs dont les principaux sont les suivants : l'Aw, la disponibilité des nutriments, la température, le pH, la présence d'oxygène et la présence d'inhibiteurs spécifiques. Les microbes se caractérisant par une énorme diversité de métabolismes, l'influence de ces facteurs sera variable suivant les types de microorganismes (Poma, 1998). L'Aw optimum pour la croissance des bactéries se situe, suivant les espèces, entre 0,990 et 0,995. Les germes Gram négatif sont les plus exigeants en eau (Girard, 1988).

La viande, en raison de son pH élevé, constitue un milieu très favorable à la croissance des bactéries. De tels aliments sont donc souvent dégradés par les bactéries. La plupart des microorganismes présents dans la flore initiale de la viande seront présents dans le

produit déshydraté final (Collignan *et al.*, 2008). D'autre part, les produits salés absorbent l'humidité de l'air en raison du caractère hygroscopique du sel favorisant à nouveau le développement des bactéries (Werlich, 2001).

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

### **III.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT)**

La flore aérobie mésophile totale (FAMT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant une Colonie) présentes dans un produit ou sur une surface. Le dénombrement des microorganismes après incubation à 30°C pendant 3 jours permet d'avoir une idée de l'efficacité des opérations technologiques de stabilisation mises en œuvre, de la qualité des soins apportés lors du conditionnement et du niveau d'hygiène en général. Une flore mésophile nombreuse peut indiquer que le processus d'altération est bien engagé ou que la présence de pathogène est probable. Le plus souvent cette flore n'est pas pathogène puisqu'elle est constituée de la flore naturelle des matières premières et de l'atelier de transformation (Jeantet *et al.*, 2007). Cependant, elle peut également être constituée d'une flore majoritaire pathogène (*Listeria monocytogenes* dans des charcuteries pasteurisées et contaminées lors de l'emballage).

La numération se faisant à 30°C, trois grands types de flores peuvent être dénombrés :

- la flore thermophile dont la température optimale de croissance est de 45°C ;
- la flore mésophile dont la température optimale de croissance se situe entre 20°C et 40°C ;
- la flore psychrophile dont la température optimale de croissance est de 20°C.

### **III.2. *Escherichia coli***

*Escherichia coli* est un bacille Gram négatif de la famille des *Enterobacteriaceae*. Cette bactérie intestinale des Mammifères, également appelée colibacille, est très commune chez l'être humain. C'est un coliforme fécal généralement commensal. Cependant, certaines souches d'*E. coli* peuvent être pathogènes entraînant alors des gastro-entérites, infections urinaires, méningites ou septicémies.

L'incubation dure 3 à 9 jours et conduit à de violentes diarrhées aqueuses associées à des crampes abdominales. Ces diarrhées peuvent devenir éventuellement hémorragiques et conduire parfois à des complications de type syndrome urémique-hémolytique.

Il est possible d'éviter la contamination de la viande en usant de bonnes pratiques professionnelles durant l'abattage et notamment lors de l'éviscération (Jeantet *et al.*, 2007).

La numération d'*Escherichia coli* est un bon indice de contamination fécale.

### **III.3. Salmonella**

*Salmonella* appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*. Les salmonelles sont constituées de bacilles Gram négatif, non sporulés, d'une taille de 0,7 à 1,5 µm de large et de 2,0 à 5 µm de long, anaérobies facultatifs. Les bacilles sont généralement mobiles grâce à des flagelles péritriches. Ils produisent des acides et du gaz à partir de glucose et peuvent utiliser le citrate comme seule source de carbone. Ces bactéries croissent à des températures situées entre 8°C et 45°C, mais sont sensibles à la chaleur. Les salmonelles peuvent survivre plusieurs semaines en milieu sec et plusieurs mois dans l'eau.

Elles se retrouvent donc fréquemment dans les milieux aquatiques pollués, dont la contamination par les excréments d'animaux porteurs est très importante.

La valeur d'Aw limite de développement des salmonelles se situe entre 0,92 et 0,95, valeur relativement élevée, à relier au fait que ces microorganismes sont des bactéries Gram négatif (Girard, 1988).

La contamination de l'homme s'effectue par ingestion d'aliments et d'eau infestés. La période d'incubation va de 12 à 24 h selon la quantité de bactéries ingérées et suivant l'hôte. Les salmonelles se fixent sur les cellules épithéliales du tube digestif où elles sont capables de s'invaginer. Par la production de toxines, elles entraînent une ulcération du tube digestif qui se traduit par des diarrhées très importantes associées à des douleurs abdominales et des vomissements. Ces symptômes sont accompagnés de fièvre ainsi que de vertiges. La maladie peut se poursuivre pendant plusieurs jours. Elle régresse en général spontanément au bout 5 jours (Jeantet *et al.*, 2007)

# **MATERIELS ET METHODES**

## I. ENQUETES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION DU KITOZA

Les enquêtes ont été menées dans la province d'Antananarivo où trois zones d'enquête ont été définies : zones urbaine, périurbaine et rurale. Trois catégories d'acteurs ont été interrogées : des producteurs (zones urbaine et périurbaine), des revendeurs (zones urbaine et périurbaine) et des consommateurs (zones urbaine, périurbaine et rurale).

Le questionnaire d'enquête (annexe 1) a été établi et traduit en malgache.

Les résultats ont été traités par le logiciel Sphinx Plus 2.

## II. ANALYSES DES PRODUITS FINIS

### II.1. Prélèvements

Au total 30 échantillons ont été collectés chez des artisans producteurs (P) ou des personnes réalisant une production familiale pour leur propre consommation (PAC = producteur pour autoconsommation). 5 échantillons de chaque type de kitoza (salé/fumé ou salé/séché) ont été prélevés dans chacune des trois zones.

La figure 1 résume le diagramme d'échantillonnage.

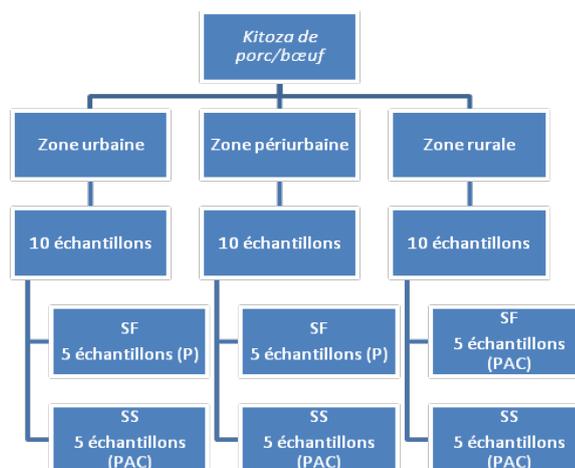


Figure 1 : Diagramme de répartition et nombre des échantillons

(SF : salé/fumé ; SS : salé/séché ; PAC : producteur pour autoconsommation ; P : producteur)

Il est à noter :

- qu'il n'y a pas de kitoza salés/fumés produits au niveau familial en zone urbaine et périurbaine ;
- qu'il n'y a pas de kitoza salés/fumés produits pas des artisans en zone rurale ;

- que l'on retrouve des kitoza salés/séchés uniquement au niveau des productions familiales.

La quantité des échantillons prélevée est de 600g. Les kitoza sont placés dans des sacs de congélation et ramenés au laboratoire.

## **II.2. Echantillonnage**

Dans les 24h qui suivent le prélèvement, les échantillons sont découpés en dés de 1cm<sup>3</sup>. Ces derniers sont mélangés et répartis comme suit dans des sacs de congélation :

- 150g pour les analyses microbiologiques ;
- 200g pour les analyses biochimiques réalisées à Madagascar (teneurs en protéines) ;
- 250g pour les analyses biochimiques réalisées à La Réunion (teneurs en lipides, en eau, en sel, activité de l'eau, pH et acidité titrable, teneurs en acides D- et L-lactique, indices TBARS, teneur en phénols).

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

## **II.3. Analyses physico-chimiques**

Les dés d'échantillons conservés à -20°C et envoyés à la Réunion sont préalablement broyés au robot (Grindomix, Retsch, Allemagne). Les déterminations des teneurs en eau et en sel, de l'acidité titrable, du pH et de l'activité de l'eau sont réalisées immédiatement après broyage. Le reste des échantillons broyés destinés aux autres analyses est conservé à -20°C jusqu'à l'utilisation.

Pour la détermination de la teneur en protéines à Madagascar, les dés d'échantillons stockés à -20°C sont broyés au robot ménager avant analyse.

### **II.3.1. Mesure de la teneur en lipides**

Les lipides sont extraits selon la méthode de Folch (Folch *et al.*, 1957). A 20g de viande broyée (prise d'essai ou PE) sont ajoutés 100ml de mélange de Folch (chloroforme/méthanol 2/1 v/v) dans un erlenmeyer bouché, puis le tout est mis à agiter pendant 1h. Une filtration sur Buchner est réalisée. L'erlenmeyer et le dispositif de filtration sont rincés avec 20ml de mélange de Folch et le filtrat est placé dans une ampoule à décanter. 60ml d'une solution à 9g/l de NaCl et 0,01N d'acide chlorhydrique (HCl) sont ajoutés. Les

phases sont laissées décanter pendant 7h. La phase inférieure est ensuite prélevée et introduite dans un ballon préalablement taré ( $m_b$ ). 40ml de chloroforme sont ajoutés dans l'ampoule et le tout est laissé décanter pendant 16h. La phase inférieure est ensuite prélevée et rajoutée dans le ballon.

Enfin, le chloroforme est évaporé sous vide à l'évaporateur rotatif (Laborata 4000, Heidolph, Allemagne) jusqu'à ce qu'il ne reste plus que les lipides dans le ballon qui est pesé ( $m_{bl}$ ).

La teneur en lipides est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$T_{\text{lipides}} = \frac{m_{bl} - m_b}{PE} \times 100$$

avec :

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

$m_{bl}$  : masse du ballon + lipides (g)

$m_b$  : masse du ballon vide (g)

PE : prise d'essai (g)

### **II.3.2. Mesure de la teneur en protéines**

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

La teneur en protéines est calculée en multipliant la teneur en azote par le facteur conventionnel 6,25.

Les différentes étapes sont les suivantes :

- Minéralisation

1g (PE) de l'échantillon est introduit dans un tube de digestion avec un comprimé de catalyseur ( $K_2SO_4$ ), 12,5ml de  $H_2SO_4$  et 2,5ml de  $H_2O_2$  (peroxyde d'hydrogène). La minéralisation est réalisée avec un digesteur (UDK 132, Europe) à thermostat 6. Elle est terminée quand la solution est devenue limpide, soit au bout d'environ 5h.

- Distillation

Le minéralisat est distillé (Büchi 424, Allemagne) puis récupéré dans un erlenmeyer contenant 25ml d'acide borique à 4% et 4 gouttes d'indicateur coloré qui est le réactif de Tashiro.

- Titration

Le distillat est ensuite titré avec HCl 0,1N. L'écoulement est arrêté quand l'indicateur devient rose-violet (passage de la base à l'acide).

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

$$T_{\text{azote}} = \frac{V \times T \times M}{PE \times 1000} \times 100$$

avec :

$T_{\text{azote}}$  : teneur en azote total (g/100g)

V : volume de la solution de HCl (ml)

T : concentration de la solution de HCl (N)

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

PE : prise d'essai (g)

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

$$T_{\text{protéines}} = T_{\text{azote}} \times 6,25$$

avec :

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

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

### II.3.3. Mesure de la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée par la différence de pesée entre la matière fraîche et la matière sèche. Des coupelles en aluminium sont placées dans l'étuve à 103°C pendant une nuit puis laissées refroidir dans le dessiccateur. La coupelle vide est pesée ( $m_0$ ) puis sans tarer la balance, l'échantillon est ajouté jusqu'à l'obtention d'un poids de 10g ( $m_1$  : masse coupelle + échantillon). Les coupelles sont ensuite placées à l'étuve à 103°C pendant 24h (durée

déterminée par des essais préliminaires). A la sortie de l'étuve, elles sont placées dans le dessiccateur pour les refroidir, puis pesées ( $m_2$ ).

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$T_{\text{eau}} = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_1 - m_0}$$

avec :

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

$m_0$  : masse de la coupelle vide (g)

$m_1$  : masse de la coupelle avec l'échantillon avant étuvage (g)

$m_2$  : masse de la coupelle avec l'échantillon après étuvage (g)

### II.3.4. Mesure de la teneur en sel

La teneur en sel est déterminée par dosage des ions chlorure après extraction de ces derniers dans 50ml d'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ) à 0,3N à partir d'environ 0,3g (PE) d'échantillon. L'ensemble est placé sous agitation horizontale (vitesse 6) à température ambiante pendant au minimum 2h, puis laissé au repos pendant 1h pour permettre la décantation des particules en suspension.

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

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

$$T_{\text{sel}} = \frac{1,648 \times 10^{-4} \times x \times V}{PE}$$

avec :

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

$x$  : réponse du chloruremètre (mg Cl/l)

$V$  : volume de la solution de  $\text{HNO}_3$  utilisée pour l'extraction (ml)

PE : prise d'essai (g)

### II.3.5. Mesure de l'activité de l'eau

L'activité en eau ( $A_w$ ) est mesurée à 25°C avec un Awmètre FAST/1 (GBX, France). L'échantillon est placé dans une coupelle sèche remplie au  $\frac{3}{4}$ .

### II.3.6. Mesure du pH et de l'acidité titrable

Environ 3g d'échantillon sont pesés (PE) dans un pot à échantillon de 40ml. Le volume est complété à 27ml avec de l'eau distillée, puis le mélange est soumis à une agitation magnétique durant 30min. Le pH et l'acidité titrable sont mesurés à l'aide d'un titrateur automatique (Titroline easy, Schott, Allemagne). Le pH initial de la viande est noté puis l'acidité titrable est mesurée en ajoutant une solution de soude (NaOH) 0,05N jusqu'à pH final 8,3.

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

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

avec :

AT : acidité titrable (meq/100g)

$V_{NaOH}$  : volume de soude versé (ml)

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

PE = prise d'essai (g)

### II.3.7. Mesure des teneurs en acides D- et L-lactique

Après une précipitation des protéines par la méthode de Carrez (voir ci-dessous), le dosage des acides D- et L-lactique est réalisé à l'aide des kits enzymatiques (Enzytec, SCIL Diagnostics GmbH, Allemagne) en dosant par spectrophotométrie le NADH produit selon la réaction :



#### Méthode de Carrez :

2,5g de viande sont pesés (PE) dans une fiole jaugée de 50ml. 30ml d'eau distillée sont ajoutés, puis 2,5ml de la solution de Carrez 1 (3,6% p/v  $\text{C}_6\text{FeK}_4\text{N}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) et 2,5ml de la solution de Carrez 2 (7,2% p/v  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ). 5ml de NaOH 0,1N sont ajoutés pour obtenir un pH compris entre 8 et 8,5. Le volume final est ajusté à 50ml avec de l'eau distillée. Le mélange est homogénéisé après chaque ajout. La solution est filtrée à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat constitue l'échantillon à doser.

Le tableau 5 indique le protocole de dosage. La densité optique (DO) est lue à 340nm. Le zéro est établi avec de l'eau distillée. Pour les échantillons en dessous du seuil de détection, le dosage est refait selon le protocole du tableau 6.

Tableau 5 : Dosage des acides D- et L-lactiques (seuil de détection = 0,025g/l)

	Blanc	Standard	Echantillon
<b>Echantillon</b>	-	-	100µl
<b>Standard</b> (0,15g/l d'acides)	-	100µl	-
<b>Eau distillée</b>	100µl	-	-
<b>Réactif 1</b> <b>(tampon, enzyme)</b>	2000µl	2000µl	2000µl
Agiter puis après environ 3min, lire l'absorbance A1			
<b>Réactif 2 (NAD)</b>	500µl	500µl	500µl
Agiter puis après environ 15min, lire l'absorbance A2			

Tableau 6 : Dosage des acides D- et L-lactiques (seuil de détection = 0,007g/l)

	Blanc	Echantillon
<b>Echantillon</b>	-	300µl
<b>Eau distillée</b>	300µl	-
<b>Réactif 1</b> <b>(tampon, enzyme)</b>	1600µl	1600µl
Agiter puis après environ 3min, lire l'absorbance A1		
<b>Réactif 2 (NAD)</b>	400µl	400µl
Agiter puis après environ 15min, lire l'absorbance A2		

La teneur en acide D- ou L-lactique de l'échantillon est calculée selon la formule :

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

avec :

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

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

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

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

$V$  : volume d'extraction (50ml)

$\epsilon$  : coefficient d'extinction molaire du NADH à 340 nm (6,3/mm $\cdot$ mol/cm)

$l$  : longueur du trajet optique (1cm)

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

PE : prise d'essai (g)

### **II.3.8. Mesure de la teneur en phénols totaux**

Les phénols sont d'abord extraits dans l'éthanol. En milieu alcalin et en présence de ferricyanure de potassium, ils développent ensuite une coloration avec l' amino-4 antipyrine. Enfin, le composé extrait dans le chloroforme est dosé au spectrophotomètre.

5g de viande broyée sont pesés (PE) dans un tube à centrifuger puis 35ml d'éthanol sont ajoutés. Le mélange est ensuite agité au Vortex puis laissé au repos 15min avant d'être centrifugé à 200rpm pendant 10min. Le surnageant est récupéré dans une fiole jaugée de 50ml et le culot est repris dans 10ml d'éthanol puis vortexé. L'extrait alcoolique obtenu est centrifugé et le surnageant est récupéré dans la même fiole. La solution est complétée à 50ml avec de l'éthanol (extrait alcoolique). Dans des ampoules à décanter, les mélanges du tableau 7 ci-dessous sont réalisés en agitant et en dégazant entre chaque ajout. La décantation dure 30min pour l'échantillon et 10min pour la gamme étalon. La phase inférieure (chloroformée) contenant les phénols est filtrée sur sulfate de sodium anhydre et récupérée dans un flacon ambré ou protégé par un papier aluminium. La DO est lue à 455nm dans des cuves en quartz. Le zéro est fait avec la solution de la gamme étalon ne contenant pas de phénols.

**Tableau 7 : Préparation des échantillons et de la gamme étalon pour le dosage des phénols totaux**

	<b>Echantillons</b>	<b>Gamme étalon</b>				
Q phénols dans l'ampoule (µg)	-	0	5	10	20	30
Extrait alcoolique (ml)	5	-	-	-	-	-
Solution étalon de phénol (5mg/l) (ml)	-	0	1	2	4	6
Eau distillée (ml)	30	35	34	33	31	29
Aminoantipyrine 2% (ml)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ammoniaque 2N (ml)	2	2	2	2	2	2
Ferricyanure de potassium 3H <sub>2</sub> O 2% (ml)	2	2	2	2	2	2
Chloroforme (ml)	10	10	10	10	10	10

$Q_{\text{phénols}}$  = quantité en phénols

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

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

$$T_{\text{phénols}} = \frac{(a \times \text{DO} + b) \times 1.10^{-3} \times V_{\text{fiolle}} \times 100}{V_{\text{extrait alcoolique}} \times \text{PE}}$$

avec :

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

DO : densité optique des échantillons

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

$V_{\text{fiolle}}$  : volume de la fiole (50ml)

$V_{\text{extrait alcoolique}}$  : volume d'extrait alcoolique introduit dans l'ampoule à décanter (5ml)

PE : prise d'essai (g)

### II.3.9. Mesure de l'indice TBA ou TBARS

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

1g de viande est pesé (PE) puis 100µl de BHT (butylhydroxytoluène) et 9,9ml de KCl 0,15M sont ajoutés. Le tout est broyé au Polytron. 0,5ml de broyat sont vortexés avec

0,25ml de TBA (acide thiobarbiturique, 1% dans NaOH 1mM) et 0,25ml de TCA (acide trichloroacétique) 2,8%. La solution est incubée pendant 10min à 80°C puis refroidie dans un bain de glace pendant 15min. 2ml de butanol pur sont ajoutés, puis le tube est vortexé pendant 30s puis centrifugé à 4000rpm pendant 10min à 4°C. Le surnageant est transféré dans des cuves pour spectrophotomètre et l'absorbance est lue à 535nm. Le zéro est fait à partir du butanol pur.

La gamme d'étalonnage est préparée à partir d'une solution de TMP (1,1,3,3-tétraméthoxypropane)  $6.10^{-4}M$ . Après chauffage, le TMP se transforme en MDA (malondialdéhyde) avec un rapport de 1. Les dilutions de TMP sont réalisées directement dans les tubes à centrifugation (tableau 8) et intégrées dans la méthode à la place des 0,5ml de broyat de viande.

**Tableau 8:** Composition de la gamme étalon pour la détermination de l'indice TBARS

[TMP] ou [MDA] ( $\mu M$ )	0	6	12	18	24	36
TMP $6.10^{-4}M(\mu l)$	0	5	10	15	20	30
KCl ( $\mu l$ )	500	495	490	485	480	470

La droite d'étalonnage  $DO = f([MDA])$ , d'équation  $DO_{535} = a [MDA] + b$  est tracée. Les indices TBARS des échantillons sont calculés par la formule :

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

avec :

TBARS : indice TBARS (mg/kg)

DO : densité optique des échantillons

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

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

PE : prise d'essai (g)

#### **II.4. Analyses microbiologiques**

Les manipulations sont effectuées sous hotte à flux laminaire ou à proximité de la flamme d'un bec Bunsen.

Pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale et d'*E. coli* ainsi que la recherche de salmonelles, 25g d'échantillon sont découpés en très petits morceaux avec des ciseaux stériles et broyés avec un pilon et un mortier stériles dans quelques ml d'eau peptonée tamponnée. Après broyage, de l'eau peptonée tamponnée est rajoutée de manière à ce que le volume total soit de 225ml et le mélange est laissé au repos pendant 20min. La solution obtenue est appelée solution-mère (SM).

#### **II.4.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale et d'*Escherichia coli***

Les milieux utilisés sont le milieu Plate Count Agar (PCA) pour la FAMT et le Trypton Bile agar (TBX) pour *E. coli*. La composition des milieux de culture est donnée en annexe 2.

Une série de dilutions décimales (1ml dans 9ml d'eau physiologique) est réalisée à partir de SM. L'ensemencement se fait en profondeur. 1ml de l'échantillon à analyser est versé en double dans des boîtes de Petri stériles, puis 15ml de milieu en surfusion sont coulés. Des mouvements circulaires sont imprimés aux boîtes pour homogénéiser le milieu. Elles sont ensuite laissées sur la pailleasse pour que le milieu se solidifie puis les boîtes sont retournées pour éviter la condensation.

L'incubation se fait à 30°C pendant 72h pour la FAMT et à 44°C pendant 24h pour *E. coli*.

Toutes les bactéries ayant poussé sur le milieu PCA sont dénombrées en tant que FAMT. Les colonies caractéristiques d'*E.coli* sont colorées en bleu.

Les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies sont retenues et la concentration bactérienne est calculée selon la formule :

$$N = \frac{\Sigma a}{V(n_1 + 0,1n_2)d} \times 10$$

avec :

N : concentration bactérienne de la viande (g/g)

$\Sigma a$  : somme des colonies comptées sur les boites retenues pour 2 dilutions successives et dont au moins une permet d'avoir au minimum 15 colonies

V : volume inoculum ensemencé

$n_1$  : nombre de boites à la 1<sup>ère</sup> dilution

$n_2$  : nombre de boites à la 2<sup>ème</sup> dilution

d : facteur de dilution de la 1<sup>ère</sup> dilution retenue

Si la boîte de Petri, au niveau de la première dilution choisie, a présenté moins de 15 colonies, la formule ci-dessous est adoptée :

$$N = \frac{\Sigma a}{V \times n \times d} \times 10$$

avec :

N : concentration bactérienne de la viande (g/g)

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

V : volume inoculumensemencé

n : nombre de boîtes retenues

d : facteur de dilution de la 1<sup>ère</sup> dilution retenue

#### **II.4.2. Recherche de *Salmonella***

Les différentes étapes sont les suivantes :

- Pré-enrichissement non sélectif

La solution-mère SM (voir § II. 4, p. 23) est incubée à 37°C durant 16 à 20h dans l'eau peptonée.

- Enrichissement sélectif

0,1ml de la culture pré-enrichie ci-dessus, est transféré en double dans des tubes contenant 10ml du milieu RVS (Rappaport Vasiliadis Soja). Le mélange est ensuite incubé à 42°C pendant 18 à 24h.

- Isolement

Les cultures dans les milieux RVS sont inoculées à la surface de milieux sélectifs solides XLD et Hektoen au moyen d'une anse de platine. Les boîtes sont retournées et incubées pendant 18 à 24h à 37°C.

- Confirmation

A partir des colonies isolées, des tests de confirmation doivent être effectués. Pour cela, les milieux Kligler Hajna et urée indole sont utilisés.

➤ Gélose de Kligler-Hajna :

Les colonies prélevées avec une œse sont ensemencées par piqûre profonde du culot puis en stries le long de la pente. L'incubation dure 18 à 24 h à 37°C.

Les colonies typiques de *Salmonella* correspondent à une pente alcaline (rouge) et un culot acide (jaune), avec formation de gaz et dans environ 90% des cas, de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) se traduisant par un noircissement de la gélose. La pente de la gélose Kligler-Hajna est jaune s'il y a une réaction lactose positive.

➤ Milieu urée indole :

Les colonies caractéristiques sont ensemencées dans 0,5ml de milieu urée indole. L'incubation se fait à 37°C.

- *Recherche de l'uréase :*

S'il y a présence d'uréase, le milieu vire au rouge violacé.

- *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.

### **II.4.3. Isolement des staphylocoques à coagulase négative et des bactéries lactiques**

- Staphylocoques à coagulase négative :

L'ensemencement se fait en surface. Environ 15ml de milieu Baird Parker (BP) additionnés de 1ml d'émulsion de jaune d'œuf et 1ml de tellurite de potassium à 3%, sont coulés dans des boîtes de Petri. Après la solidification du milieu, 100µl de SM sont ensemencés en double dans les boîtes puis étalés avec des billes de verre stériles.

Les boîtes sont ensuite retournées. L'incubation se fait à 30°C pendant 48h.

Les colonies de staphylocoques à coagulase négative sont de couleur noire ou grise sans halo.

- Bactéries lactiques :

L'ensemencement des bactéries lactiques se fait en profondeur. 1ml de SM est versé dans une boîte de Petri puis environ 15ml de milieu MRS (*Gélose* de Man, Rogosa, Sharpe) en surfusion sont versés. Le tout est homogénéisé à l'aide de mouvements circulaires.

Les boîtes sont laissées sur une surface plane et froide pour que le milieu se solidifie. Puis les boîtes sont retournées et incubées à 30°C pendant 72h.

Les bactéries lactiques se présentent sous forme de colonies rondes et bombées ou semi-bombées à l'intérieur de la gélose.

Pour chaque type de bactérie, une colonie isolée est prélevée à l'aide d'une aese et ensemencée par stries sur de la gélose nutritive. Les boîtes sont retournées et incubées à 37°C pendant 24h. Ces opérations sont répétées trois fois jusqu'à l'obtention de colonies pures. Les souches ainsi obtenues sont conservées dans des tubes vissés sur de la gélose nutritive pour analyses approfondies à l'INRA de Clermont Ferrand et au CIRAD de Montpellier.

### **II.5. Analyses statistiques**

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

# **RESULTATS**

## I. ENQUÊTES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION DU KITOZA

272 personnes ont été enquêtées : 11 producteurs qui sont aussi revendeurs, 3 revendeurs et 258 consommateurs. Les enquêtes ont été menées dans la province d'Antananarivo dans les 3 zones montrées sur les cartes en annexe 3. Les résultats de l'analyse des données à l'aide du logiciel Sphinx sont présentés en annexe 4. Il s'agit notamment :

- des lieux d'enquêtes et nombre de personnes enquêtées,
- pour les producteurs :
  - o les matières premières et les additifs alimentaires,
  - o les procédés de fabrication avec les attributs de qualité du produit obtenu ainsi que les problèmes rencontrés au cours de la production,
- pour les revendeurs :
  - o les critères de la commercialisation et les problèmes s'y rapportant,
- pour les consommateurs :
  - o les plats contenant du kitoza et la fréquence de consommation,
  - o les données sur la consommation,
  - o les attributs de qualité du kitoza,
  - o les classes sociales qui en consomment.

### I.1. Production de kitoza

#### I.1.1. A l'échelle artisanale

Les résultats ont montré que les producteurs utilisent deux matières premières, à savoir, le bœuf et le porc. 18% des 11 producteurs enquêtés produisent uniquement du kitoza de bœuf, 27% du kitoza de porc et 54% les deux.

Ils produisent uniquement du kitoza fumé.

Les producteurs utilisent divers types de fumoirs : en brique, en tôle, en fûts. Un modèle de chacun est présenté en annexe 5.

La durée de conservation des kitoza qui est la durée avant leur vente varie de 1 jour en général (82%) à une semaine (9%). Ainsi d'après les producteurs, le problème de conservation ne se pose pas.

La fréquence de production des kitoza fumés varie de 2 (27%) à 7 fois (18%) par semaine avec une quantité de 3 à 10kg par production au minimum et 4 à 20kg au maximum selon la taille et l'importance du producteur.

Les producteurs disent ne pas rencontrer de problème majeur à part la montée des prix des matières premières.

### **I.1.2. A l'échelle familiale**

En général, les consommateurs produisent eux-mêmes, pour leur propre consommation du kitoza séché ou fumé et sont par conséquent appelés producteurs pour autoconsommation (PAC).

Les PAC peuvent acheter des lanières de viande prêtes auprès des bouchers. Les lanières font entre 30 et 50cm de long et 2 à 3cm de large. Ils peuvent aussi découper eux-mêmes la viande qui est le plus souvent un filet ou une tranche fine.

Le séchage est réalisé en suspendant la viande à un fil au soleil.

Pour le fumage, la viande est suspendue au-dessus du foyer.

### **I.1.3. Méthodes de fabrication**

Le kitoza est préparé à partir de la chair de viande découpée perpendiculairement aux fibres de la viande, en lanières de 30 et 50cm de long et 2 à 3cm de large. Après le lavage des lanières, les ingrédients sont ajoutés puis laissés mariner. Les principaux ingrédients sont le sel, l'ail et le gingembre. Le kitoza destiné à être fumé est enduit d'huile, que ce soit chez les producteurs artisanaux ou chez les PAC. La macération dure entre 1 et 24h.

Les lanières de viande sont ensuite suspendues à un fil pour qu'elles sèchent. Chez les PAC, le produit est séché jusqu'à consommation. Chez les producteurs artisanaux qui ne produisent que du kitoza fumé, cette étape ne dure qu'une heure, le temps d'égoutter la viande, puis, cette dernière est fumée pendant une durée comprise entre 45min et 2h30min.

La figure 2 présente le diagramme de l'ensemble des procédés de fabrication des kitoza fumés et séchés aussi bien au niveau artisanal qu'à l'échelon familial.

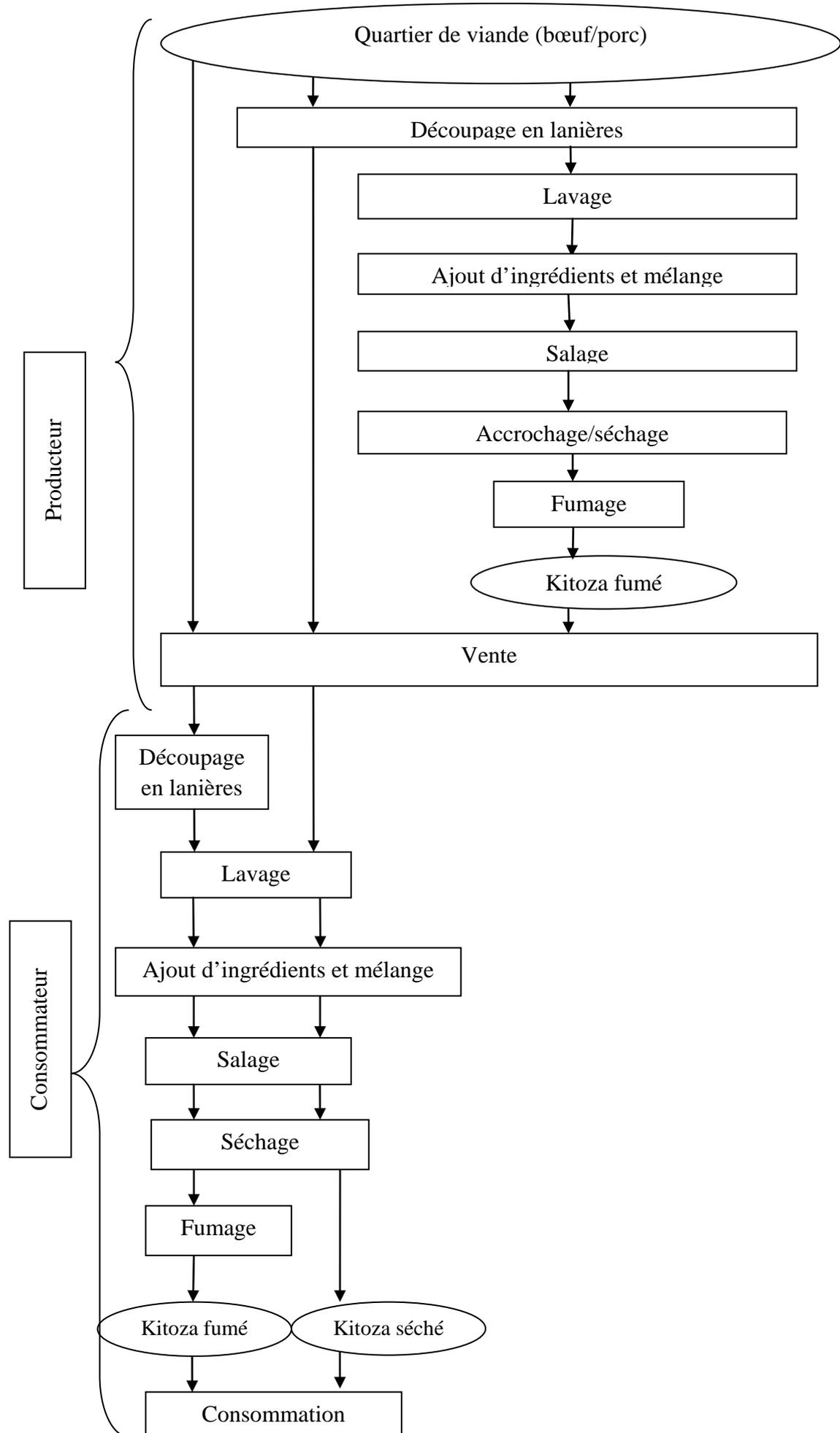


Figure 2 : Diagramme des procédés de fabrication du kitoza séché et du kitoza fumé

#### **I.1.4. Commercialisation**

Le kitoza fumé coûte assez cher. Son prix varie de 16000 à 25000 Ariary/kg (6,15 à 9,6 euros), kitoza de boeuf et de porc confondus.

#### **I.2. Consommation**

Sur les 258 consommateurs interviewés, 50% consomment du kitoza de bœuf, 21% du kitoza de porc. Les autres (29%) déclarent consommer du kitoza sans préciser ou disent ne pas en consommer.

Parmi ces 258 consommateurs, 70% produisent eux-mêmes leur kitoza.

Le vary sosoa et le vary amin'anana sont les plats consommés préférentiellement avec le kitoza séché ou fumé. En effet, 81% des consommateurs interviewés déclarent avoir consommé du kitoza avec le vary sosoa et 62% avec le vary amin'anana. Les différents plats consommés avec le kitoza ainsi que les pourcentages de consommateurs correspondants sont donnés en annexe 4.

## **II. CARACTERISATION DES PRODUITS FINIS**

Pour chacun des paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés, la moyenne, l'écart type et les valeurs minimale et maximale des 30 kitoza de bœuf analysés ont été calculées excepté pour la teneur en phénols pour laquelle ces valeurs ont été calculées séparément pour les kitoza fumés et les kitoza séchés (tableau 9). La provenance (type fumé ou séché, catégorie d'acteur, zone de prélèvement) des échantillons de kitoza est retrouvée en annexe 6. Les résultats des analyses de variance réalisées sont également présentés. Pour chaque paramètre,  $p$  (type) est la probabilité que les moyennes des kitoza fumés ( $n=15$ ) et des kitoza séchés ( $n=15$ ) soient significativement différentes.  $p$  (type, zone) est la probabilité que les moyennes des différents types de kitoza provenant des différentes zones d'échantillonnage (fumés zone urbaine, fumés zone périurbaine, fumés zone rurale, séchés zone urbaine, séchés zone périurbaine et séchés zone rurale) ( $n=5$  pour chaque groupe) soient différentes.

Tableau 9 : Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des kitoza de bœuf (n=30) et effets du type de kitoza et du type de kitoza et de la zone de prélèvement

	Moy	ET	Min	Max	p (type)	P (type, zone)	
T <sub>lipides</sub> (g/100g)	10,5	5,5	3,5	26,4	0,013*	0,012*	
T <sub>protéines</sub> (g/100g)	25,1	23,7	0,6	70,8	0,5	0,9	
T <sub>eau</sub> (g/100g)	42,0	11,4	18,6	60,8	0,000061***	0,000031***	
T <sub>sel</sub> (g/100g)	3,25	1,19	1,94	6,06	0,2	0,3	
Aw	0,895	0,062	0,723	0,970	0,0015**	0,011*	
pH	5,79	0,22	5,26	6,22	0,023*	0,016*	
AT (meq/100g)	11,9	2,8	7,8	18,9	0,3	0,5	
T <sub>acide D-lactique</sub> (g/100g)	0,095	0,156	<0,014	0,581	0,2	0,4	
T <sub>acide L-lactique</sub> (g/100g)	1,32	0,36	0,69	2,2	0,035*	0,09	
T <sub>phénols</sub> (mg/100g)	Fumés	2,30	1,44	0,49	5,09	0,000018***	0,000017***
	Séchés	0,30	0,40	0,02	1,45		
TBARS (mg/kg)	3,39	3,68	0,10	14,89	0,06	0,6	
FAMT (log ufc/g)	7,4	1,0	5,7	9,3	0,000095***	0,00021***	
<i>E. coli</i> (log ufc/g)	2,3 (n=11)	1,0 (n=11)	<0,7	4,1	0,08	0,2	
<i>Salmonella</i>	absence						

(Moy : moyenne ; ET : écart-type ; Min : minimum ; Max : maximum ; T : teneur ; p : probabilité ; \* :  $p \leq 0,05$  ; \*\* :  $p \leq 0,01$  ; \*\*\* :  $p \leq 0,001$ )

Il y a donc un effet du type de kitoza ou du type et de la zone de prélèvement sur les paramètres suivants : teneurs en lipides, en eau, Aw, pH, teneurs en acide L-lactique et en phénols et la flore aérobie mésophile totale.

### II.1. Teneur en lipides

La teneur en lipides varie de 3,5 à 26,4g/100g de produit, la moyenne étant de 10,5±5,5g/100g (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 3. D'après ces

données, la majorité (24 échantillons) des kitoza ont une teneur en lipides comprise entre 3,5 et 15,0g/100g, 1/3 ayant une valeur comprise entre 5 et 10g/100g.

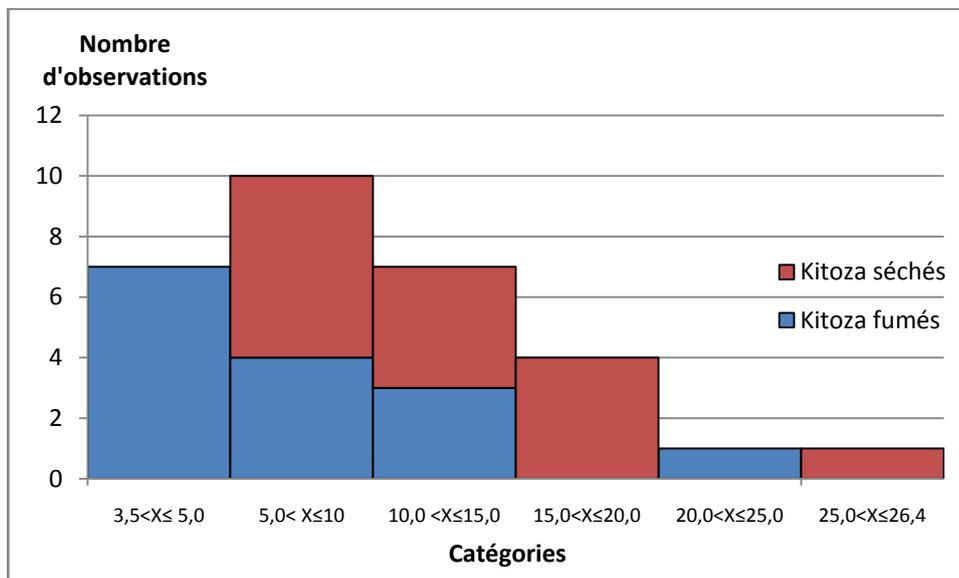


Figure 3 : Fréquence des teneurs en lipides des kitoza

La figure 4 montre la moyenne des teneurs en lipides pour les kitoza fumés et les kitoza séchés. Les kitoza séchés ont une teneur en lipides plus élevée que les kitoza fumés ( $13 \pm 5,1$ g/100g et  $8,1 \pm 4,8$ g/100g respectivement).

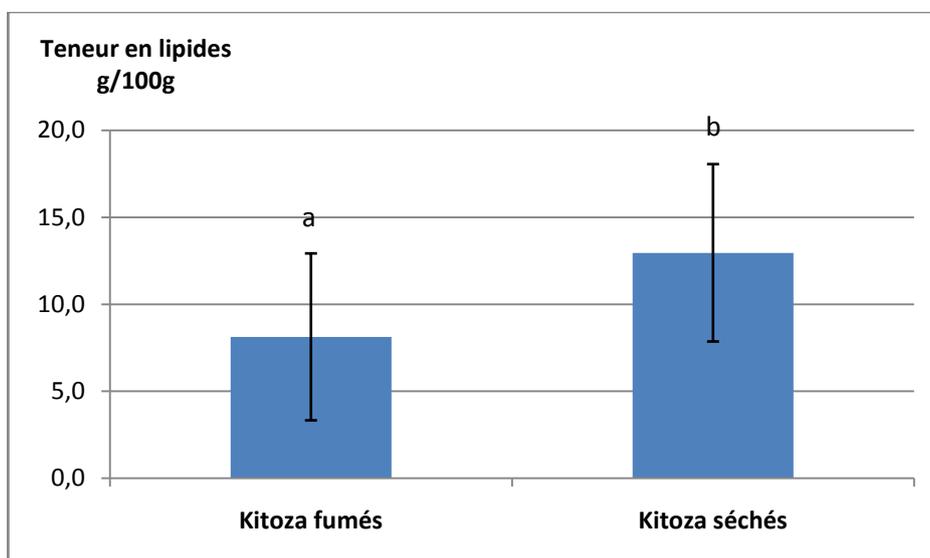


Figure 4 : Teneurs en lipides des kitoza fumés et séchés (n=15)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 5%)

La figure 5 présente les moyennes de chacun des six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de prélèvement. Les teneurs en lipides des kitoza fumés des différentes zones ne présentent pas de différences significatives. Pour les kitoza fumés, seul le kitoza

urbain est significativement plus pauvre en lipides que le kitoza rural. Les résultats montrent également que les kitoza produits au niveau familial (fumé rural, séchés urbain, périurbain et rural) ont des teneurs en lipides équivalentes.

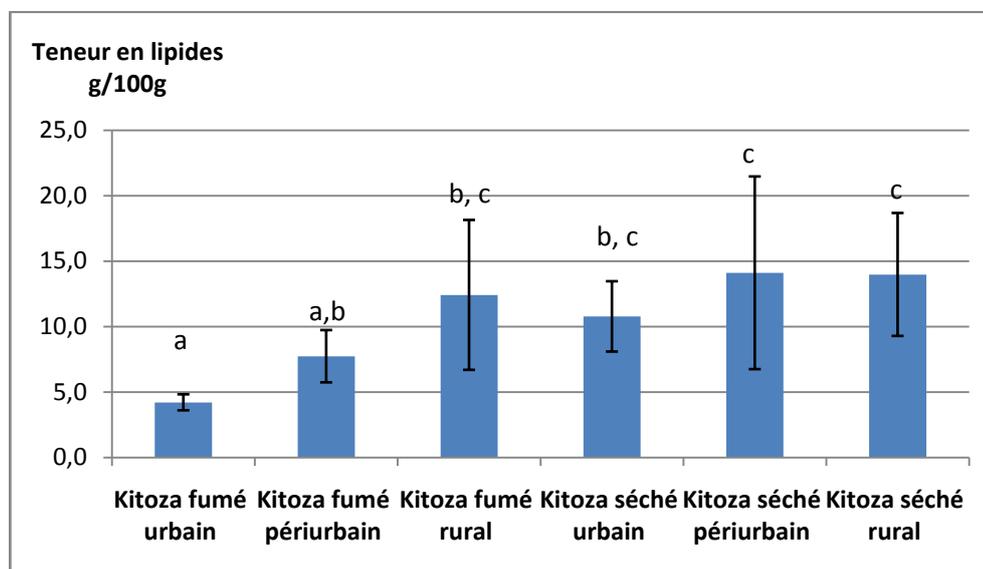


Figure 5 : Teneurs en lipides des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)  
(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 5%)

## II.2. Teneur en protéines

La moyenne des teneurs en protéines des kitoza est  $25,1 \pm 23,7$ g/100g avec un minimum de 0,6g/100g et un maximum de 70,8g/100g de viande (tableau 9). La figure 17 montre la répartition des valeurs. Ainsi, la majorité des kitoza ont une teneur en protéines comprise entre 0,6 et 10g/100g.

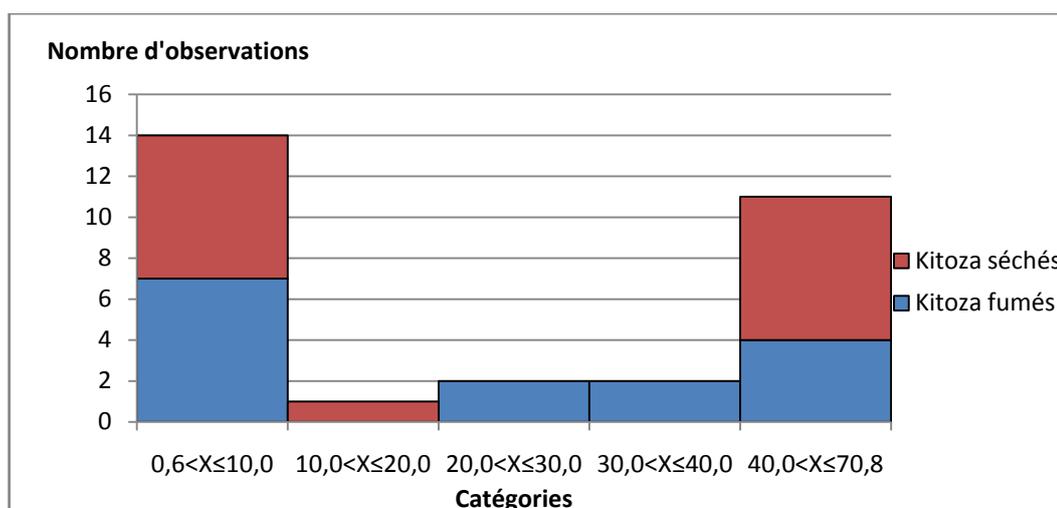


Figure 6 : Fréquence des teneurs en protéines des kitoza

### II.3. Teneur en eau

La teneur en eau varie de 18,6 à 60,8g/100g de produit, la moyenne étant de  $42,0 \pm 11,4$ g/100g (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 7. Une majorité des kitoza ont une teneur en eau comprise entre 30,0 et 60,0g/100g.

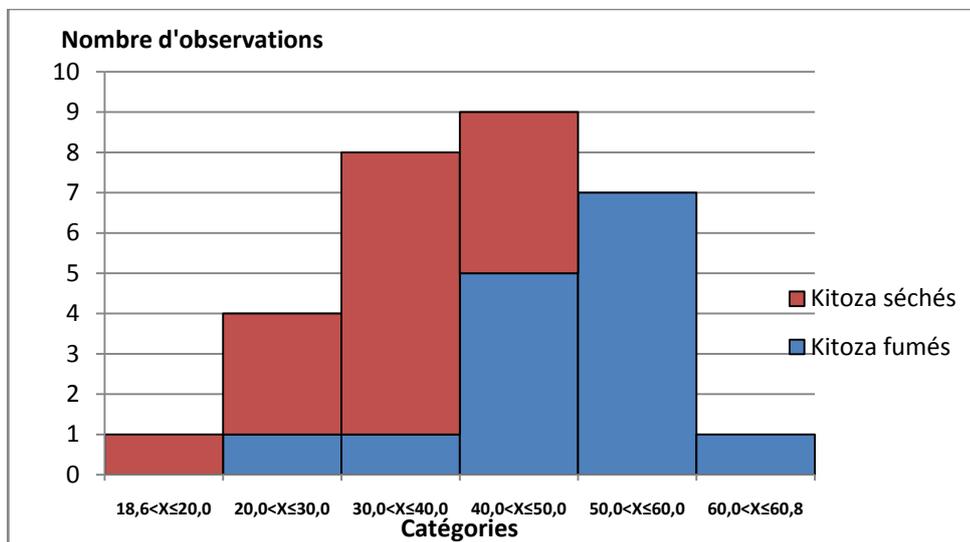


Figure 7 : Fréquence des teneurs en eau des kitoza

La figure 8 montre la moyenne de la teneur en eau des deux types de kitoza. La teneur en eau des kitoza fumés est significativement plus élevée ( $49,4 \pm 9,0$ g/100g) par rapport à celle des kitoza séchés ( $34,6 \pm 8,3$ g/100g). Les kitoza séchés sont donc d'avantage déshydratés. L'histogramme de fréquence (figure 7) montre d'ailleurs que la plupart des kitoza séchés contiennent entre 30 à 40g/100g d'eau et les kitoza fumés entre 40 et 60g/100g.

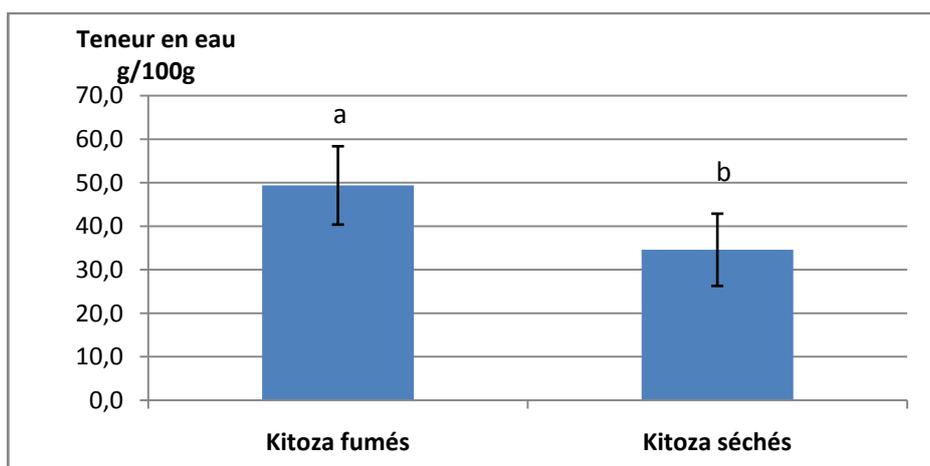


Figure 8 : Teneur en eau des kitoza fumés et séchés (n=15)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

Parmi les kitoza fumés, celui produit en zone rurale est plus déshydraté que ceux produits en zones urbaines et périurbaines. Les teneurs en eau des kitoza séchés sont quant à eux semblables quelle que soit leur zone de production. Par ailleurs, tous les kitoza produits au niveau familial ont des teneurs en eau équivalentes et plus basses que les autres (figure 9).

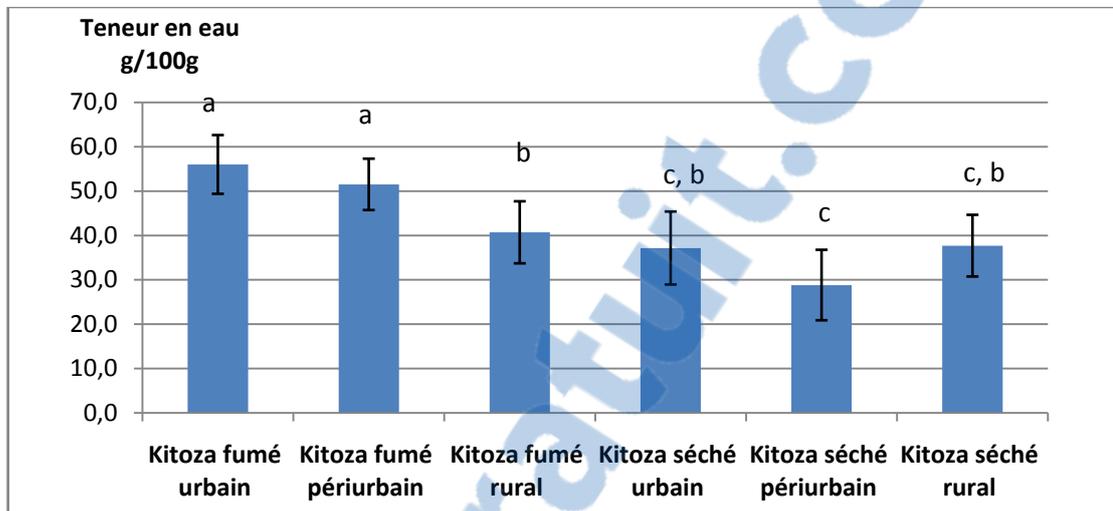


Figure 9 : Teneur en eau des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)  
(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

#### II.4. Teneur en sel

Les teneurs en sel des kitoza varient de 1,94 à 6,06g/100g de produit avec une moyenne de  $3,25 \pm 1,19$ g/100g. La fréquence des valeurs est montrée dans la figure 10. La majorité des kitoza ont une teneur en sel entre 2,00 et 4,00g/100g de produit.

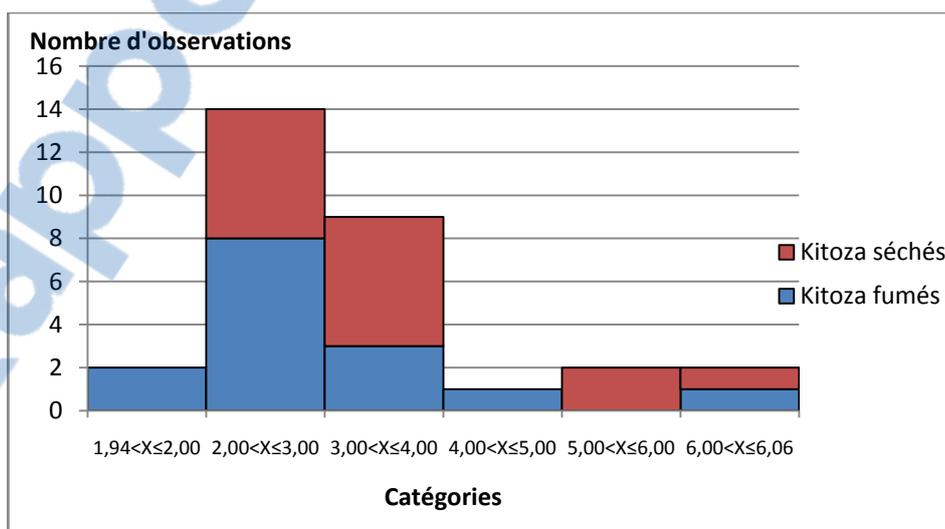


Figure 10 : Fréquence des teneurs en sel des kitoza

### II.5. Activité de l'eau (Aw)

Les Aw des kitoza varient de 0,723 à 0,970 avec une moyenne de  $0,895 \pm 0,062$  (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 11. La majorité des kitoza ont une Aw comprise entre 0,850 et 0,970.

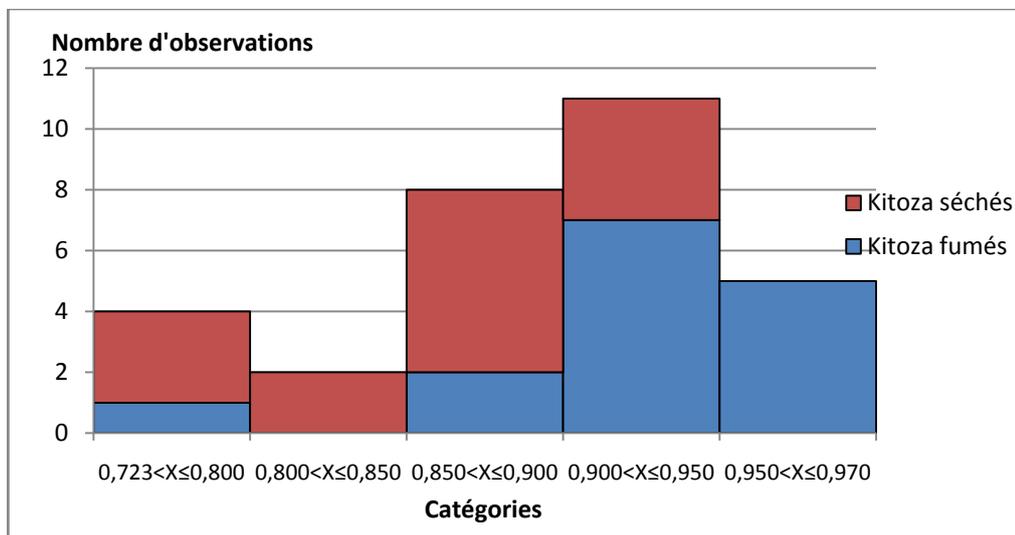


Figure 11 : Fréquence des Aw des kitoza

Les kitoza fumés ont une Aw significativement plus élevée ( $0,929 \pm 0,050$ ) que celle des kitoza séchés ( $0,861 \pm 0,056$ ) (figure 12).

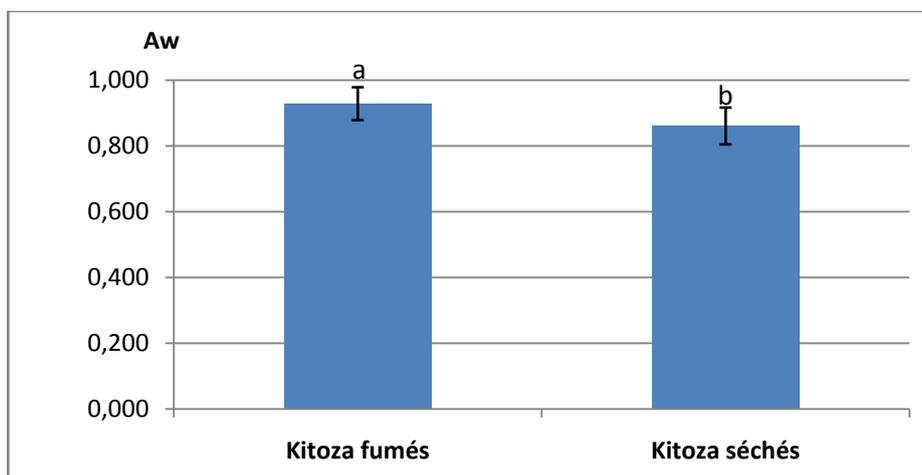


Figure 12 : Activité en eau des kitoza fumés et séchés (n=15)

*(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 1%)*

La figure 11 révèle que la majorité des kitoza séchés ont une Aw inférieure à 0,900 alors que la plupart des fumés ont une activité en eau au-dessus de 0,900.

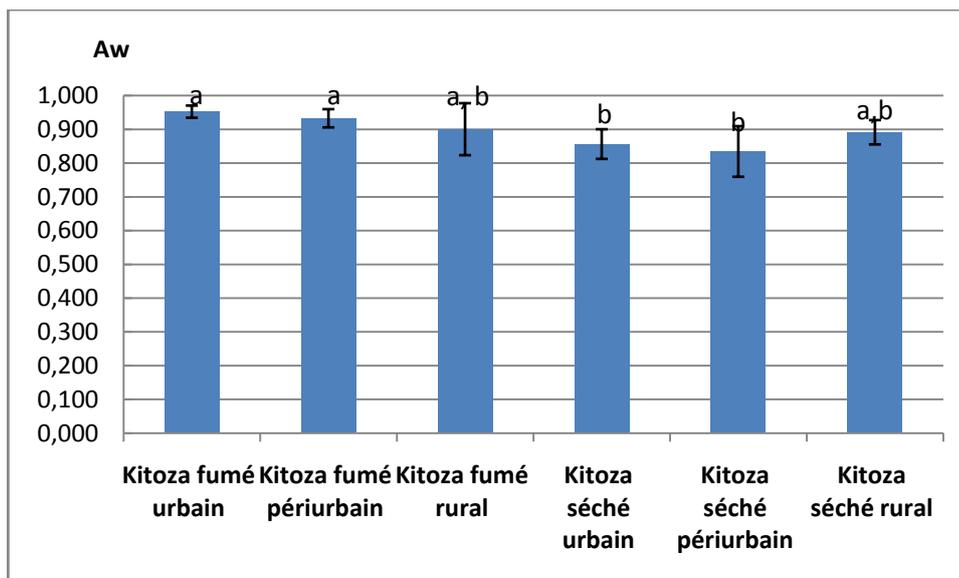


Figure 13 : Activité en eau des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)  
 (Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 5%)

Les Aw des kitoza ne montrent pas de différence significative selon leur zone de production que ce soit pour les kitoza fumés ou les kitoza séchés.

## II.6. pH

La moyenne des valeurs des pH des kitoza est  $5,79 \pm 0,22$  avec un minimum de 5,26 et un maximum de 6,22 (tableau 9). D’après la figure 13, la majorité des échantillons ont un pH compris entre 5,60 et 6,00.

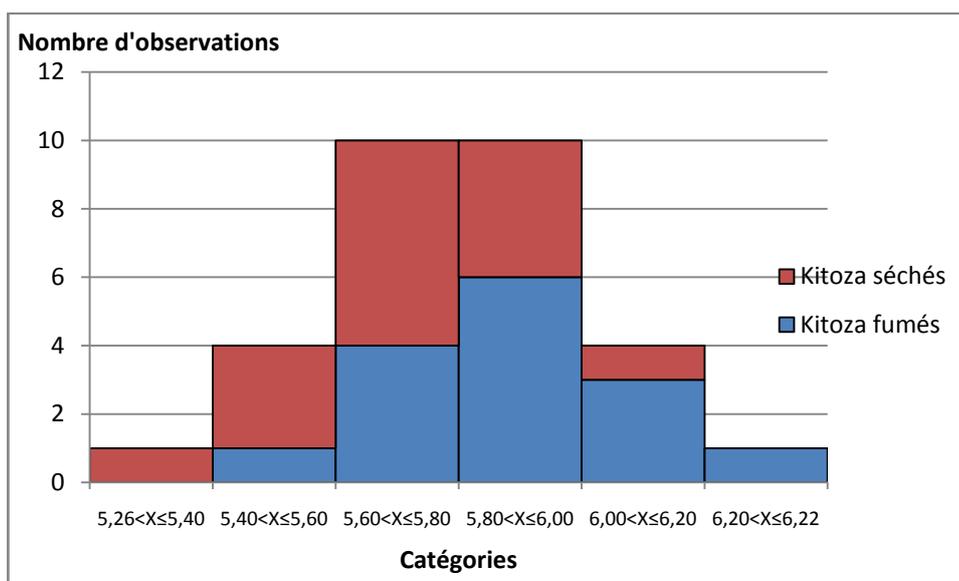


Figure 14 : Fréquence des pH des kitoza

Le pH des kitoza fumés ( $5,88 \pm 0,20$ ) est significativement plus élevé que celui des kitoza séchés ( $5,70 \pm 0,20$ ) (figure 15).

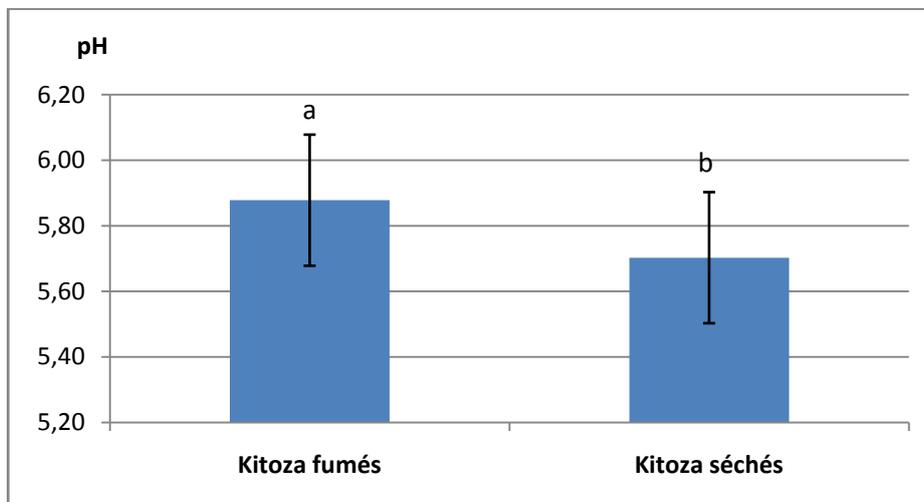


Figure 15 : pH des kitoza fumés et séchés (n=15)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 5%)

La comparaison des six groupes de kitoza classés selon leur type et leur zone de prélèvement montre que le kitoza fumé urbain a un pH significativement plus bas que les deux autres kitoza fumés et un pH proche de celui des kitoza séchés. D'autre part, pour ces derniers, il n'y a pas de différence selon la zone de production (figure 16).

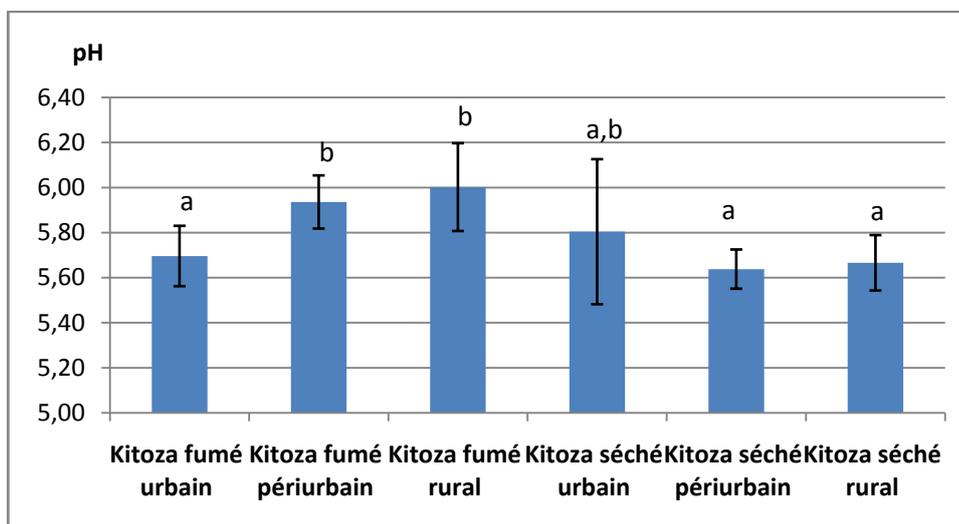


Figure 16 : pH des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 5%)

## II.7. Acidité titrable

Les kitoza ont une acidité titrable comprise entre 7,8 et 18,9 meq/100g de produit avec une moyenne de  $11,9 \pm 2,8$  meq/100g (tableau 9). La figure 17 montre la fréquence des valeurs. Ainsi, la majorité des échantillons ont une acidité titrable comprise entre 7,8 et 12,0 meq/100g de viande.

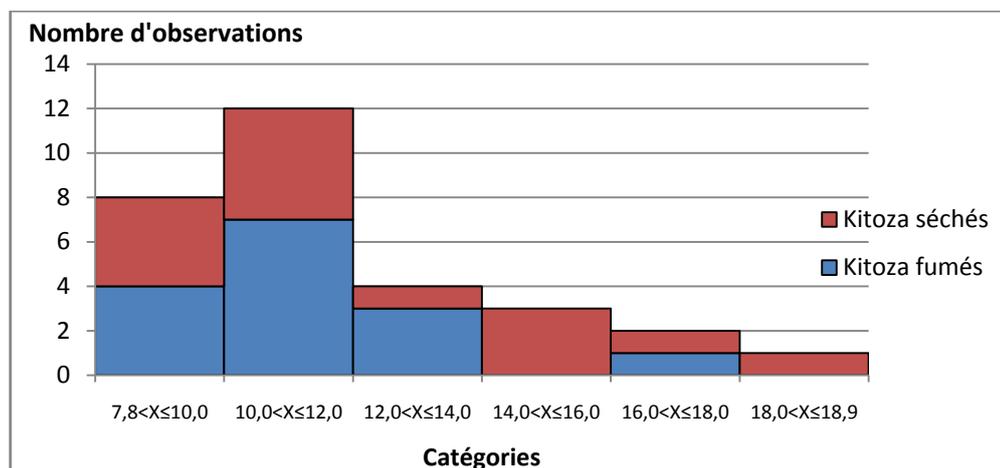


Figure 17 : Fréquence des acidités titrables des kitoza

## II.8. Teneur en acide D-lactique

La moyenne des teneurs en acide D-lactique des kitoza est  $0,095 \pm 0,156$ g/100g avec un minimum de 0,014g/100g et un maximum de 0,581g/100g (tableau 9). La figure 18 montre la répartition des valeurs. La majorité des échantillons ont une teneur en acide D-lactique comprise entre 0,014 et 0,581g/100g.

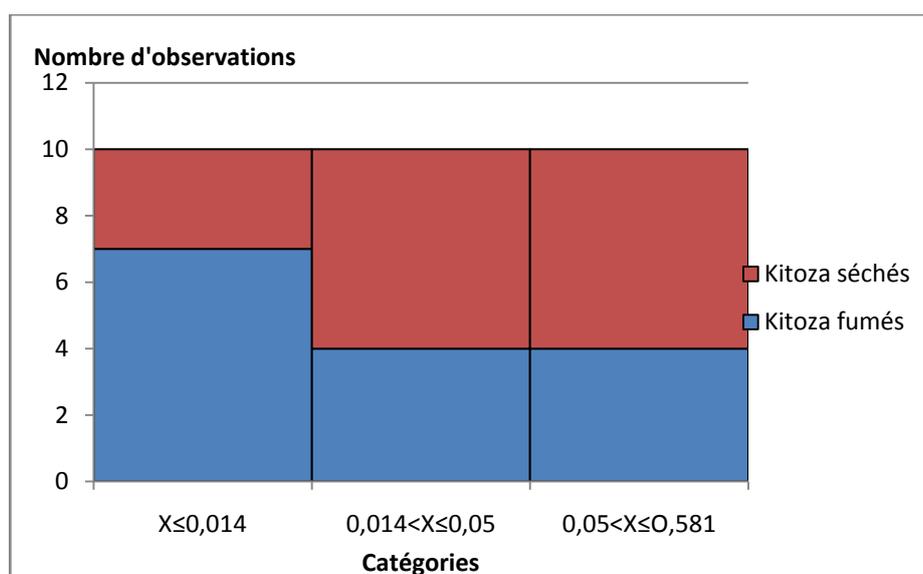


Figure 18 : Fréquence des teneurs en acide D-lactique des kitoza

### II.9. Teneur en acide L-lactique

Les teneurs en acide L-lactique des kitoza varient de 0,69 à 2,20g/100g de produit avec une moyenne de  $1,32 \pm 0,36$ g/100g (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 19. Une majorité des kitoza ont une teneur en acide L-lactique comprise entre 1,00 et 1,40g/100g.

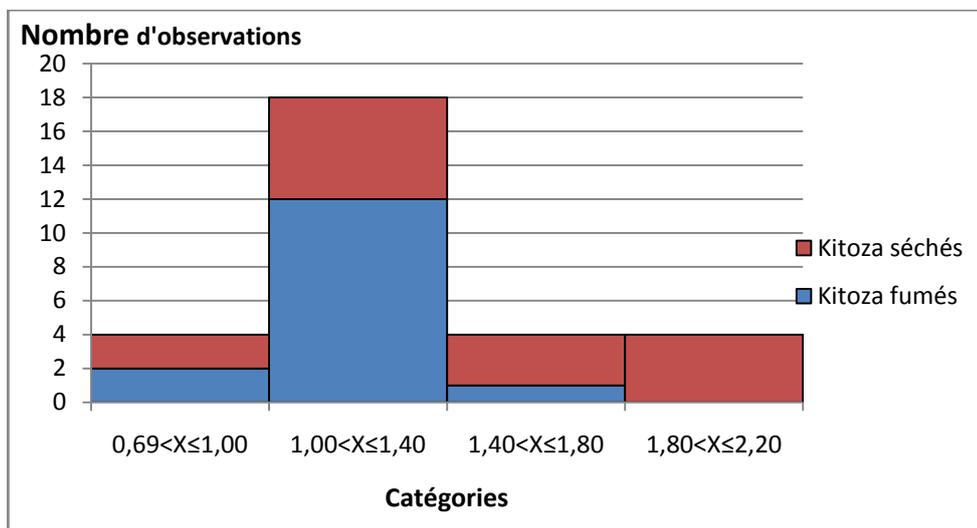


Figure 19 : Fréquence des teneurs en acide L-lactique des kitoza

La teneur en acide L-lactique des kitoza séchés ( $1,46 \pm 0,44$ g/100g) est significativement plus élevée que celui des kitoza fumés ( $1,18 \pm 0,17$ g/100g) (figure 20).

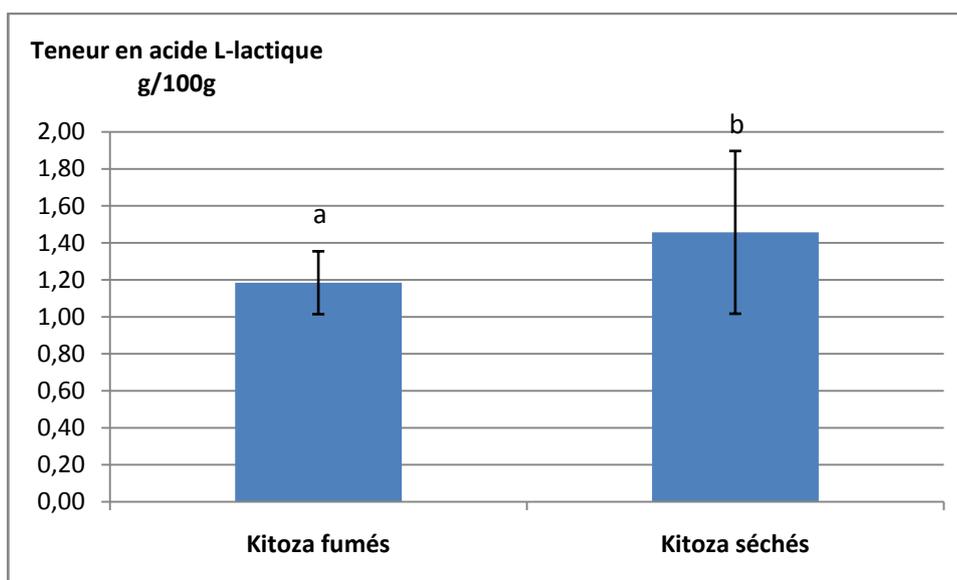


Figure 20 : Teneurs en acide L-lactique des kitoza fumés et séchés (n=15)

## II.10. Teneur en phénols

Le tableau 9 indique que les kitoza fumés possèdent une teneur moyenne en phénols totaux de  $2,30 \pm 1,44 \text{ mg}/100\text{g}$ . Elle varie de 0,49 à  $5,09 \text{ mg}/100\text{g}$ . Pour les kitoza séchés, la teneur moyenne en phénols totaux est de  $0,30 \pm 0,40 \text{ mg}/100\text{g}$  avec un minimum et un maximum respectivement de 0,02 et  $1,45 \text{ mg}/100\text{g}$ . La figure 21 montre la répartition des valeurs. La majorité des kitoza fumés ont une teneur en phénols comprise entre 1 et  $2 \text{ mg}/100\text{g}$ . Bien que non fumés, certains kitoza séchés 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 fumés sont significativement plus élevées ( $p \leq 0,001$ ) (figure 22). Alonge (1987), sur 20 échantillons de kundi, a trouvé des teneurs en phénols allant de 0,5 à  $1,37 \text{ mg}/100\text{g}$  avec une moyenne de  $0,88 \text{ mg}/100\text{g}$ . Les kitoza ont donc une teneur en phénols beaucoup plus élevée.

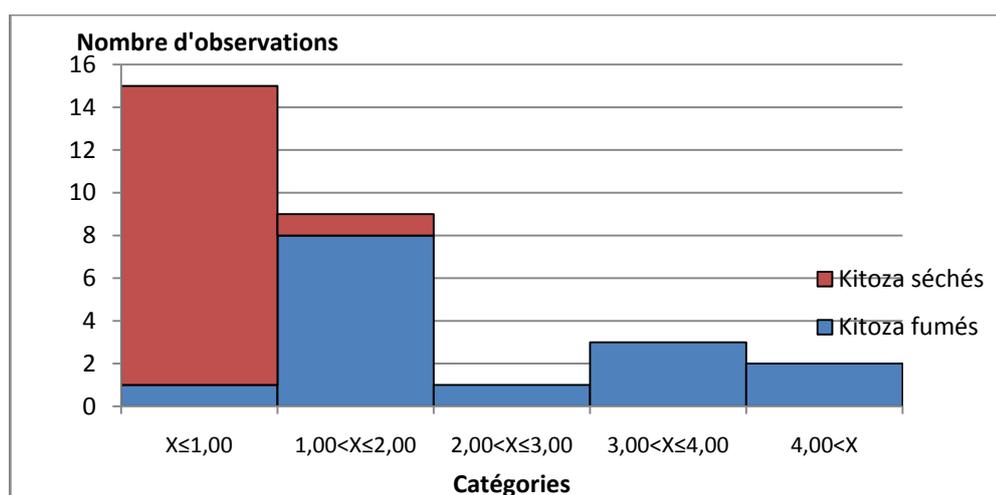


Figure 21 : Fréquence des teneurs en phénols des kitoza

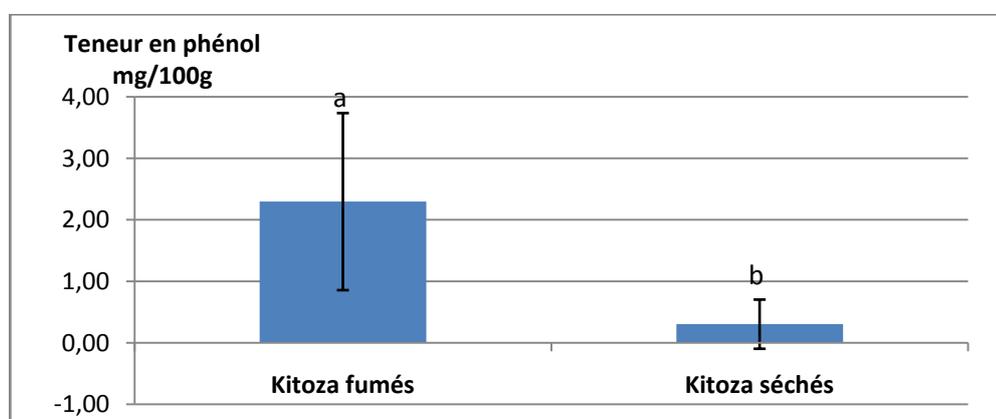


Figure 22 : Teneurs en phénols des kitoza fumés et séchés (n=15)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

Le kitoza fumé urbain a une teneur en phénols significativement plus élevée que les deux autres kitoza fumés et les kitoza séchés (figure 23). Ceci pourrait être dû aux techniques de fumage employées.

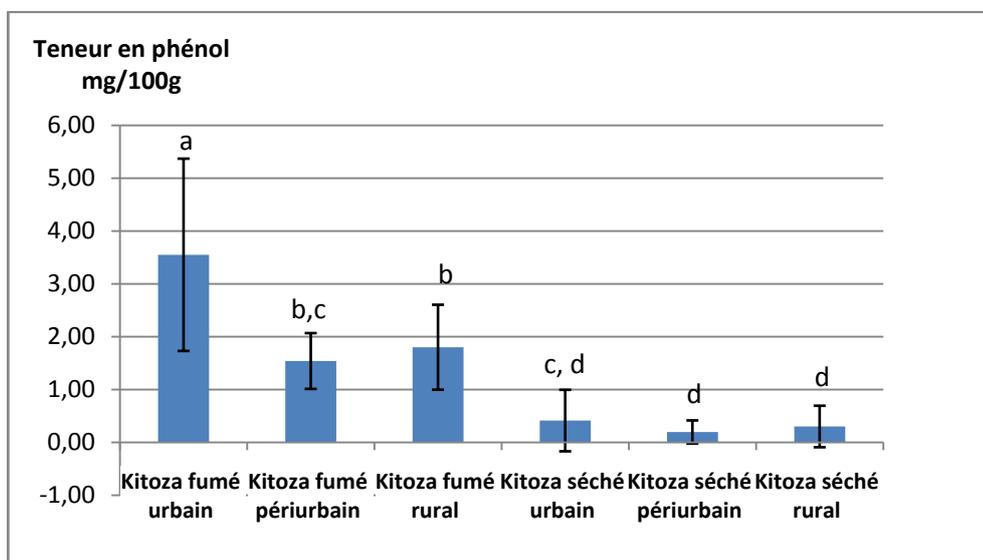


Figure 23 : Teneurs en phénols des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)  
(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

### II.11. Indices TBARS

Les indices TBARS des kitoza varient de 0,10 à 14,89mg/kg avec une moyenne de  $3,39 \pm 3,68$ mg/kg (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 24. Une majorité des kitoza fumés ont un indice TBARS compris entre 1 et 5,00mg/kg

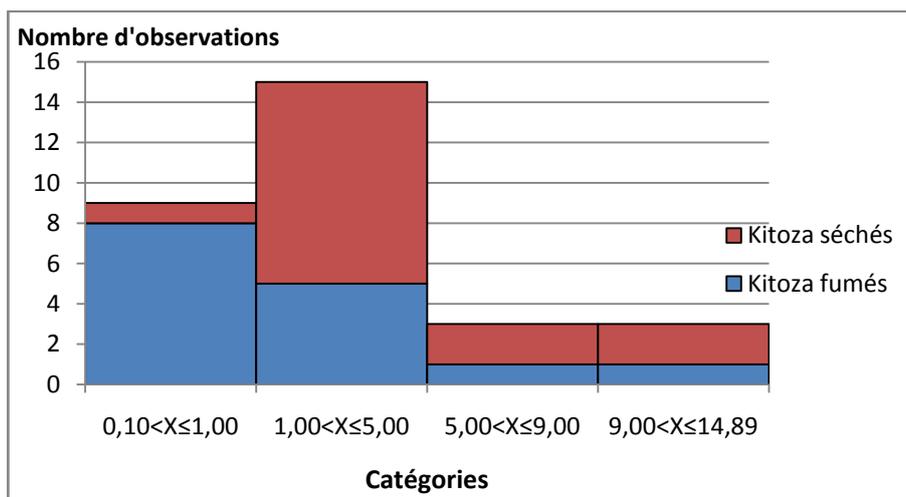


Figure 24 : Fréquence des indices TBARS des kitoza

## II.12. Flore aérobique mésophile totale (FAMT)

La moyenne de la charge en FAMT est de  $7,4 \pm 1,0$  log ufc/g avec un minimum de 5,7 et un maximum de 9,3 (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 25. Une majorité des kitoza séchés ont une concentration supérieure à 7 log ufc/g alors que la plupart des kitoza fumés ont une charge comprise entre 6 et 7 log ufc/g.

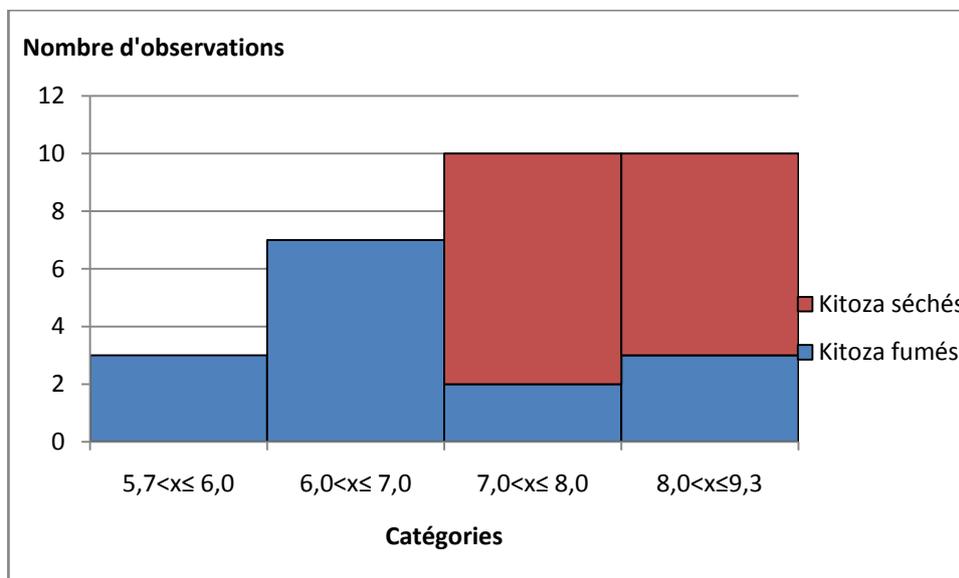


Figure 25 : Fréquence des charges en flore aérobique mésophile totale des kitoza

La concentration en germes des kitoza fumés est significativement inférieure à celle des kitoza séchés (6,8 et 8,1 log ufc/g respectivement) (figure 27).

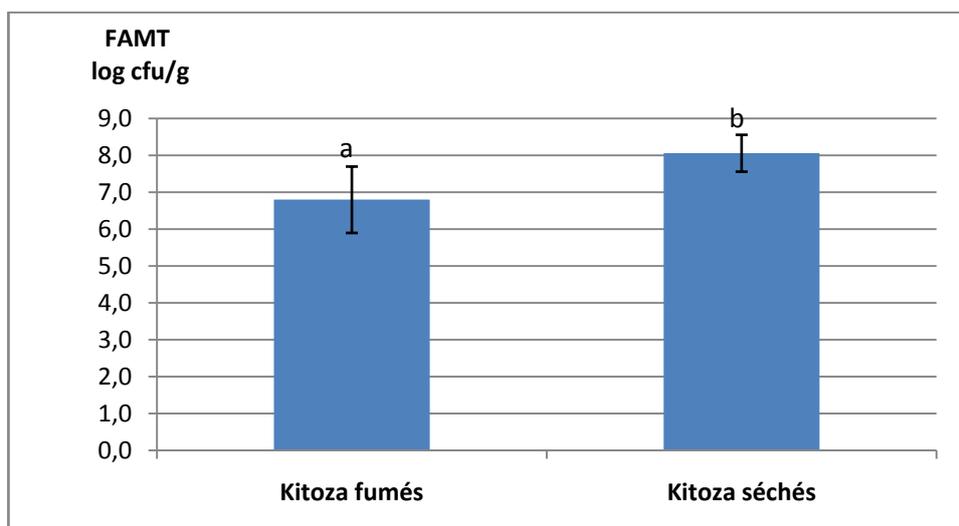


Figure 26 : Charges en flore aérobique mésophile totale (FAMT) des kitoza fumés et séchés

(n=15)

(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

Les kitoza fumés des zones urbaines et périurbaines ont une charge en FAMT significativement inférieure aux autres kitoza (figure 27). Ces derniers étant produits au niveau familial, on peut imaginer qu'ils soient dans ces conditions exposés à des manipulations plus importantes par des personnes non formées, notamment à l'hygiène.

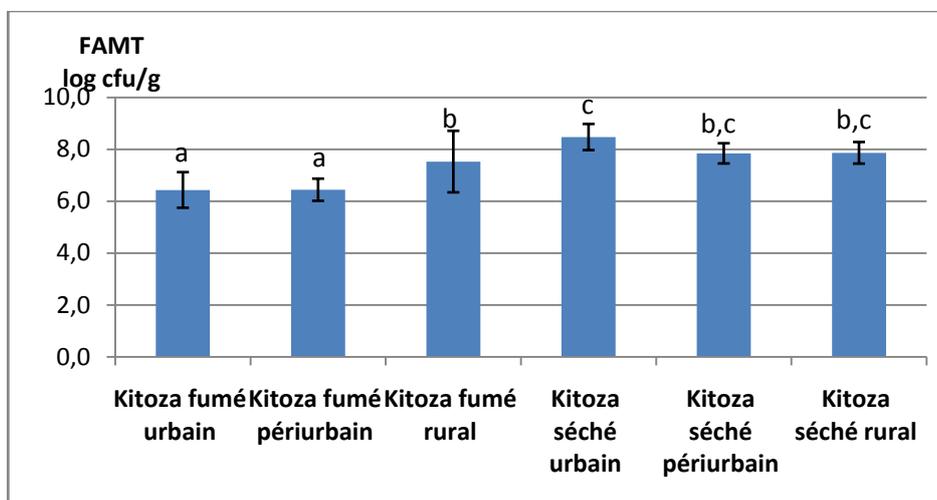


Figure 27 : Charges en flore aérobie mésophile totale des kitoza selon leur type et leur zone de prélèvement (n=5)  
(Des lettres différentes représentent une différence significative au seuil de 0,1%)

### II.13. Escherichia coli

Parmi les 30 échantillons, 19 ont une charge en *E. coli* inférieure au seuil de détection (0,7 log ufc/g). 9 d'entre eux proviennent de producteurs pour autoconsommation ce qui montre que les produits sont transformés dans de bonnes conditions d'hygiène au niveau artisanal et familial. Pour les 11 autres, la charge microbienne moyenne relative à *Escherichia coli*  $\beta$ -glucuronidase est de  $2,3 \pm 1$  log cfu/g avec un maximum de 4,1 log ufc/g (tableau 9). La fréquence des valeurs est montrée sur la figure 28.

La concentration en *E. coli* est d'une manière générale satisfaisante par rapport à ce qui est énoncé dans les règlements 2073/2005 et 835/2011 de la commission européenne : satisfaisante jusqu'à 2,70 log ufc/g (26 échantillons), acceptable entre 2,70 et 3,70 log ufc/g (2 échantillons) et insatisfaisante au-delà de 3,70 log ufc/g (2 échantillons).

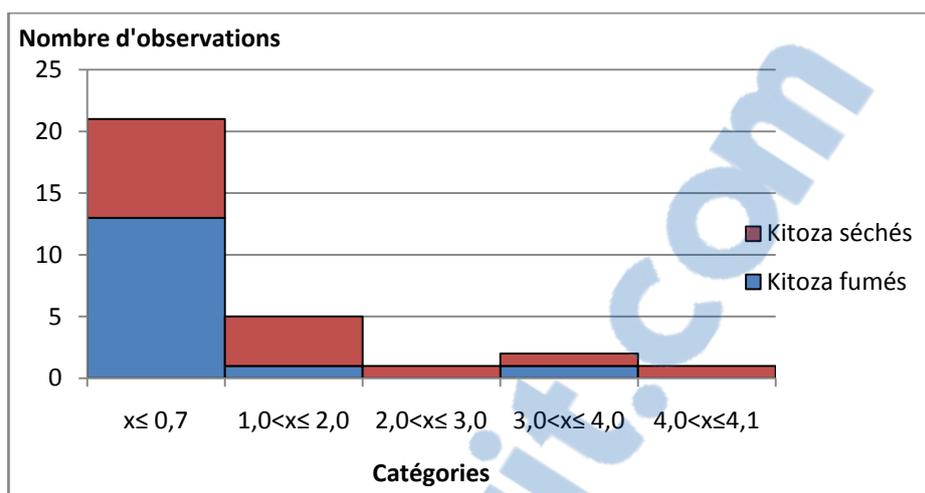


Figure 28 : Fréquence des charges en *E. coli* des kitoza

Il n'y a pas de différence significative entre les deux types de kitoza et les 6 groupes de kitoza classés par type et zone de production (tableau 9) que les ANOVA soient réalisées avec les 12 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 ou égale à 0.

#### II.14. Salmonella

Aucun échantillon ne présente de salmonelle, ce qui représente un résultat satisfaisant.

#### II.15. Staphylocoques à coagulase négative et bactéries lactiques

Tous les échantillons de kitoza séchés et fumés contiennent des staphylocoques à coagulase négative et des bactéries lactiques.

# **DISCUSSION**

## DISCUSSION

Globalement, les kitoza de bœuf contiennent environ 40% d'eau, 25% de protéines totales et 10% de lipides. Ces teneurs sont très variables (20 à 60% pour l'eau, 0,6 à 70,8% pour les protéines et 3 à 30% pour les lipides).

Le pH est en moyenne de  $5,79 \pm 0,22$  avec un minimum de 5,26 et un maximum de 6,22.

La viande bovine fraîche contient de 26 à 31% de protéines. Sa teneur moyenne en lipides varie de 2% pour les morceaux maigres à 9% pour les morceaux gras. Quant à sa teneur en eau, elle varie de 50 à 70%.

Ainsi, les kitoza contiennent moins de protéines que la viande bovine fraîche. Mais étant donné qu'ils ont été déshydratés (la teneur en eau a diminué de moitié), leur teneur en protéines est finalement plus élevée. D'autre part, au cours de sa transformation en kitoza, la viande a subi d'autres opérations ayant entraîné une diminution des protéines. Néanmoins, le kitoza présente une assez bonne qualité nutritionnelle.

L'acidité titrable moyenne est de  $11,9 \pm 2,8$  meq/100g et les teneurs en acides D- et L-lactique respectivement de  $0,095 \pm 0,156$  et  $1,32 \pm 0,36$ g/100g.

La somme des teneurs en acides D- et L-lactiques est en moyenne de 1,41g/100g soit 16 mmol/100g. Par comparaison avec l'acidité titrable, il n'y aurait pas d'autres acides dans le produit.

Le pH post mortem de la viande de bœuf fraîche est de 5,5 à 5,9 (Laurent, 1981). La valeur élevée du pH des kitoza (5,26 – 6,22) semble indiquer qu'il ne s'agit pas d'un produit fermenté. Cependant, on peut noter que 6 échantillons dont 5 sont des kitoza séchés ont des teneurs en acide D-lactique supérieures à 0,1g/100g. Parmi eux, 4 ont une teneur proche de celle du saucisson sec (0,3 – 0,7g/100g) (Durand, 1999). Durand (1999), donne comme valeur de la teneur en D-lactate de la mûlée de saucisson avant fermentation 0,03 à 0,05g/100g. Kaban (2009) a aussi noté que le pH du pastirma (bœuf salé/séché) diminuait de 5,6 à 5,4 au cours du salage, puis réaugmentait à 5,8 en fin de maturation/séchage. Cependant il a montré que les bactéries lactiques et les staphylocoques catalase positive, deux microorganismes impliqués dans la fermentation des produits carnés augmentent, les derniers représentant la flore majoritaire en fin de transformation. Dans la même ligne, Pinto *et al.*, 2002 suggèrent que le charqui est un produit fermenté car ils ont montré que les flores évoluent au cours de sa fabrication, les staphylocoques coagulase négative devenant prédominants en fin de

fabrication. On ne retrouve pas de données dans la littérature quant à la teneur en acide D-lactique ni même l'acidité titrable de ces viandes. Marra *et al.*, 1999 ont montré que l'acidité titrable du lacon, produit similaire au jambon sec a une acidité titrable de 0,17-1,4 mmol d'acide lactique/100g soit des valeurs largement inférieures à celles des kitoza.

Les kitozas séchés sont plus déshydratés et en conséquence présentent une Aw plus basse que les kitozas fumés. La figure 29 (page 49) montre que les kitoza séchés se situent en majorité dans la zone des aliments à humidité intermédiaire selon le classement de Leistner et Rodel (1976), alors que les kitoza fumés se trouvent pour la plupart dans la zone des aliments à haute teneur en eau. Cependant, pour ces derniers les phénols renforcent leur capacité de conservation.

Parmi les kitoza fumés, les kitoza produits au niveau rural sont également plus déshydratés que les kitoza urbains et périurbains.

Bien que le gras soit ôté au cours de la découpe en lanière de la matière première, la teneur en lipides du kitoza reste élevée (10,5%) en comparaison avec le biltong (1,9%) (Lewis *et al.*, 1957) et du charqui (6,7%) (Torres *et al.*, 1994). Les kitoza fumés présentent une teneur en lipides plus faible que les kitoza séchés, ce qui peut s'expliquer par une fusion des matières grasses plus importante au cours du fumage. D'autre part, les kitoza fumés retrouvés en zone urbaine ont une teneur en lipides plus faible que celle des kitoza fumés produits en zone urbaine, ce qui peut s'expliquer par le fait que le fumage du kitoza en milieu rural ne se fait pas dans un fumoir mais juste au-dessus du feu, à des températures probablement moins hautes.

L'indice TBA est proportionnel à la quantité d'acides gras libres. Des défauts de qualité à partir d'un indice de 2 à 3 sont perceptibles au niveau olfactif et la viande devient impropre à la consommation pour des niveaux de TBA de l'ordre de 5 (Gigaud, 2006). Les valeurs obtenues pour les kitoza sont élevées, en moyenne de  $3,39 \pm 3,68$  mg de malondialdéhyde/kg mais avec certaines valeurs dépassant les 10mg/kg. Ceci indique que les kitoza sont fortement oxydés, ce qui constitue un défaut de qualité. En comparaison avec les résultats de Molenat *et al.* (1983), une mûlée de saucisson a un indice TBA de l'ordre de 1mg de malondialdéhyde/kg de mûlée. Les résultats d'Igene *et al.* (1990), montrent que les valeurs des indices TBA du kilishi sont stables : 1,53 à 2,01mg de malondialdéhyde/kg sur une durée de conservation de 60 semaines à température ambiante.

Les kitozas séchés et les kitozas fumés retrouvés en zone rurale, qui sont donc les plus secs, sont produits uniquement au niveau des ménages pour leur propre consommation.

Alors qu'en zone urbaine et périurbaine, les consommateurs achètent et consomment leur kitoza rapidement après achat ou possèdent des réfrigérateurs, en zone rurale le produit doit avoir une meilleure aptitude à la conservation le plus souvent à température ambiante où il continue à sécher voire d'être fumé si la conservation se fait au-dessus d'un feu de bois. De plus, les producteurs de kitozas 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 urbains. Les durées de fumage sont plus courtes et il n'y a pas d'étape de séchage dans le diagramme de fabrication de ces types de kitoza.

Les kitoza séchés ont des concentrations en flores mésophiles totales plus élevées que les kitoza fumés (8,1 et 6,8 log ufc/g respectivement). Ceci peut s'expliquer par le temps de traitement plus long et l'absence de traitement thermique pour les produits séchés. Néanmoins, quel que soit le type, ces valeurs indiquent un niveau de contamination élevé. La direction générale de l'alimentation (2001) donne comme critère pour les produits de salaison salés et/ou séchés ainsi que les produits de charcuterie cuits, 5,5 log cfu/g pour les microorganismes aérobies à 30°.

Selon Molenat *et al.* (1983), l'Aw seuil en dessous de laquelle les microorganismes indésirables en charcuterie ne poussent pas est de 0,94. Les concentrations satisfaisantes en *E. coli* et l'absence de salmonelle seraient dues aux valeurs de Aw inférieures à 0,94 pour la plupart des kitoza séchés. Pour les kitozas fumés, elles sont dues à la combinaison d'une Aw basse (0,929±0,050) et du pouvoir antimicrobien des phénols. Ce dernier explique aussi probablement la faible concentration en FAMT des produits fumés par rapport aux kitoza séchés.

Le biltong est un produit très similaire au kitoza de bœuf salé/séché (lanières de viandes de bœuf ou de gibier, salées/séchées). L'étude de Van der Riet (1976) sur 20 biltong montre que la teneur en eau moyenne est de 23%, (elle varie cependant beaucoup entre 8 et 44%), la teneur en sel moyenne est de 5,6% et que l'Aw varie entre 0,60 et 0,84. Le kitoza est donc en moyenne moins déshydraté et moins salé. Cependant, Nortjé *et al.* (2005) indiquent que compte tenu de la préférence des consommateurs, la tendance concernant les biltong est de présenter une humidité intermédiaire avec des teneurs en eau supérieures à 40% et des Aw entre 0,85 et 0,93. Le kaddid est aussi un aliment à humidité intermédiaire avec une Aw comprise entre 0,50 et 0,65 et une moyenne de 0,54±0,06 et une teneur en eau allant de 7,54 à 14,26% avec une moyenne de 10,38±2,31% (Bennani *et al.*, 1995). Les kitoza et notamment

les kitoza séchés ont des charges supérieures en FAMT à celles du biltong (3 – 8 log ufc/g avec une majorité d'échantillons à 3 log ufc/g, n=20) (Osterhoff et Leistner, 1984).

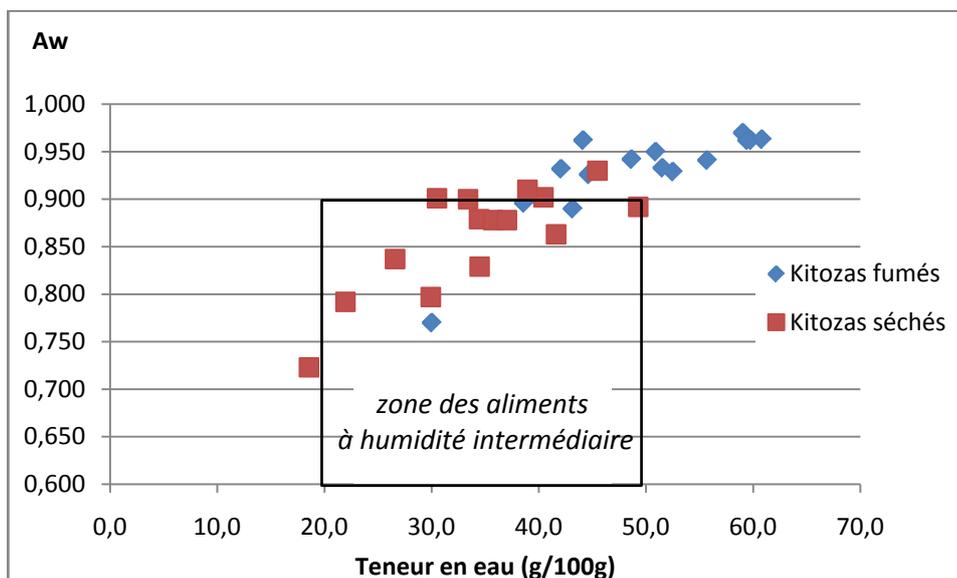


Figure 29 : Distribution des kitoza en fonction de leur activité en eau et leur teneur en eau

Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques sont corrélés. Selon Molénat *et al.* (1983), l'Aw seuil en dessous de laquelle les microorganismes indésirables en charcuterie ne poussent pas, est de 0,94. Les concentrations satisfaisantes en *E. coli* et l'absence de salmonelle seraient dues aux valeurs de Aw inférieures à 0,94 pour la plupart des kitoza séchés. Pour les kitozas fumés, elles sont dues à la combinaison d'une Aw basse ( $0,929 \pm 0,050$ ) et du pouvoir antimicrobien des phénols. Ce dernier explique aussi probablement la plus faible concentration en FAMT des produits fumés.

Ces résultats sont en accord avec les analyses de Burnham *et al.* (2008) disant que le séchage de la viande de bœuf accompagné de l'assaisonnement influe significativement sur le nombre des pathogènes.

Les données des résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques sont retrouvées respectivement en annexe 7 et 8.

**CONCLUSION GENERALE ET  
PERSPECTIVES**

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Cette étude nous a permis d'une part de nous initier aux enquêtes sur le terrain, à la collecte d'échantillons, au traitement informatique des données et à surmonter les problèmes rencontrés et d'autre part de nous familiariser aux techniques microbiologiques et physico-chimiques pour le contrôle et l'analyse de la qualité des denrées alimentaires notamment de la viande.

Le travail d'enquête réalisé a montré qu'il existait différents types de kitoza selon la matière première utilisée (bœuf ou porc) et le type de transformation (séché ou fumé). Un diagramme complet des modes de fabrication des kitoza a pu être établi.

Les enquêtes sur la consommation du produit révèlent entre autres que le kitoza fumé, produit à l'échelle artisanale et semi-industrielle, est un produit de luxe tandis que le kitoza séché ou fumé, produit à l'échelon familial reste à la portée de toutes les bourses.

Cette étude est, à notre connaissance, la première qui donne des informations sur la composition biochimique et la qualité sanitaire microbiologique du kitoza. La qualité nutritionnelle de 30 kitoza de bœuf a été déterminée. La valeur des différents paramètres physico-chimiques, notamment l'Aw et le pH, permet de dire que le kitoza est, en général, un produit conservable à température ambiante surtout les kitoza séchés.

La détermination de la qualité microbiologique du kitoza a montré que celui-ci a en général une concentration élevée en FAMT notamment les kitoza séchés mais qu'il est rarement contaminé par *E.coli* et *Salmonella*. Néanmoins, les risques sanitaires peuvent être gérés du fait que les kitoza sont cuits ou frits par les ménages avant d'être consommés.

Il serait intéressant d'étudier l'évolution des caractéristiques microbiologiques tout au long du procédé de transformation de manière à savoir si la flore contaminante est réduite sous l'action prolongée du salage, du séchage et/ou fumage.

D'autre part, il apparaît que certains kitoza ont des teneurs élevées en acide D-lactique. Là encore, une étude cinétique de l'évolution des caractéristiques biochimiques et microbiologiques au cours du procédé permettra de mieux définir les opérations unitaires impliquées notamment quant à une éventuelle opération de fermentation lactique spontanée.

Cette étude cinétique sera réalisée dans le cadre de la poursuite des activités du projet AFTER. Concernant le fumage, il s'agira également de mieux le caractériser, notamment au niveau des opérations de cuisson et de séchage qui lui sont associées, et d'évaluer la qualité sanitaire des kitoza fumés en termes de quantité d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, ainsi que l'acceptabilité du produit et les préférences des consommateurs. Cette meilleure connaissance des opérations et de leur impact sur la qualité et la détermination des étapes critiques permettra d'envisager des pistes d'amélioration. Il s'agira par exemple d'utiliser des starters de fermentation produits à partir de souches de bactéries lactiques et staphylocoques à coagulase négative isolées, d'améliorer la conduite de l'étape de fumage, ...

Enfin, les techniques acquises durant le stage à la Réunion, seront partagées au Département de Biochimie fondamentale et appliquée de la Faculté des Sciences (Université de Tananarive), pour en faire bénéficier le laboratoire et les étudiants.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALONGE D.O., 1987. Factors affecting the quality of smoked dried meats in Nigeria. *Acta Alimentaria*, 16 (3) 263-270.
- BAUCHART D., THOMAS E., SCISLOWSKI V., PEYRON A., DURAND D., 2006. Effets des modes de conservation de la viande bovine sur les lipides et leur contenu en acides gras polyinsaturés. 11èmes Journées des Sciences du Muscle et de la Technologie de la Viande, Clermont Fd, France, 4-5 Octobre 2006. *Viandes et Produits Carnés*, hors série 105 106.
- 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.
- COIBION L., 2008. Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur. Thèse Université Paul-Sabatier de Toulouse.
- COLLIGNAN A., SANTCHURN S.J., ZAKHIA-ROZIS N., 2008. Dehydration of muscle foods. In: Hui Y. H., Clary C., Faid M., Fasina O., Noomhorn A. and Welti-Chanes J., editors. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Application*. Destech Publications, Inc., Lancaster, Royaume-Uni. pp 721-744.
- DIRECTION GENERALE DE L'ALIMENTATION, 2001. Critères microbiologiques applicables aux aliments. Deuxième version.
- DURAND P., 1999. *Technologies des produits de charcuteries et des salaisons*. Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris, France.
- EGBUNIKE G.N., OKUBANJO A.O., 1999. Effects of processing upon the quality of Nigerian meat products. *Livestock production Science* 59, 155-163.
- FAO, 1998. Projections à moyen terme relatives à la viande jusqu'en 2005. Comité des produits, Groupe intergouvernemental sur la viande, Le Cap, République sud-africaine, 12 – 14 novembre.
- FAO, 2006. *Bonnes pratiques pour l'industrie de la viande*. Rome, Italie.

- FOLCH J., LEES M. & STANLEY G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497-509.
- GARCIA I., ZUMALACARREGUI J.M. DIEZ V., 1995. Microbial succession and identification of Micrococcaceae in dried beef cecina, an intermediate moisture meat product. *Food Microbiology* 12, 309-315.
- GIGAUD V., 2006. Valeur nutritionnelle de la viande de lapin et influence du régime alimentaire sur la composition en acide gras. ITAVI.
- GIRARD J.P., 1988. Technologie de la viande et des produits carnés. Tec & Doc Lavoisier, Paris, France.
- GONDRET F., 1998. Lipides intramusculaires et qualité de la viande chez le lapin. 7èmes Journées de la Recherche Cunicole Française, Lyon, France, 13-14 Mai. ITAVI Ed. Paris, France. pp 101-110.
- IGENE J. O., FAROUK M. M., AKANBI T. C., 1990. Preliminary studies on the traditional processing of *kilishi*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 50, 89-98.
- JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P., BRULE G., 2007. Science des aliments volume 1. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, France.
- KABAN G., 2009. Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastirma processing. *Meat Science* 82, 17–23.
- KALILOU S., 1997. Transformation traditionnelle de la viande en kilishi au Niger. Optimisation du procédé. Thèse de doctorat en Génie des procédés de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires, Massy.
- KNOCKAERT C., 1990. Le fumage du poisson. IFREMER.
- 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) 609-313.
- LAURENT C., 1981. Conservation des produits d'origine animale en pays chauds. ACCT, Paris, France.

LEISTNER L., RODEL W., 1976. The ability of intermediate moisture food with respect to microorganism. In: Intermediate Moisture Foods. Applied Science Publishers, London, Royaume-Uni.

LEWIS H. E., MASTERTON J. P, WARD P. G., 1957. The food value of biltong (South African dried meat) and its use on expeditions. *British Journal of Nutrition* 11, (1) 5-12.

MARRA A.I., SALGADOA A., PRIETOB B. J. C., 1999. Biochemical characteristics of dry-cured lacón. *Food chemistry* 67, (1) 33-37.

MOLENAT M., CASABIANCA F., JACQUET B., POTERRE P., 1983. Quelques caractéristiques de la salaison en corse. 15èmes Journées de la recherche porcine en France, Paris, France 2 - 3 février. Ed ITP, INRA. pp 201-214.

MONTEL M.C., TALON R., BERDAGUE J.L., CANTONNET M., 1993. Effects of starter cultures on the biochemical characteristics of French dry sausages. *Meat Science* 35 (2) 229-240.

NORMAND J., 2004. Incidence d'un apport d'acides gras polyinsaturés en cours d'engraissement sur la qualité des viandes de gros bovins. *Compte-rendu d'étape n° 0432013*.

NORTJÉ K., BUYS E.M., MINAAR A., 2005. Effect of  $\gamma$ -irradiation on the sensory quality of moist beef biltong. *Meat Science* 71, (4) 603–611.

OLSEN C., 1977. Smoke flavouring and its bacteriological and antioxydative effects. *Acta Alimentaria Polonica* 3, 313-324.

OMS, 1968. Les aspects microbiologiques de l'hygiène des denrées alimentaires. OMS, Genève, Suisse.

PINTO M.F., PONSANO E.H.G., FRANCO B.D.G.M., SHIMOKOMAKI M., 2002. Charqui meats as fermented meat products: role of bacteria for some sensorial properties development. *Meat Science* 61, 187–191.

POLIGNE I., COLLIGNAN A., TRYSTRAM G., 2001. Characterization of traditional processing of pork meat into boucane. *Meat Science* 59, (4) 377-389.

POMA J.P., 1998. Le jambon sec et les petites salaisons. Editions Erti : Science et technologie des métiers de bouche, Paris, France.

PRIOR B. A., 1984. Role of microorganisms in biltong flavour development. *Journal of Applied Microbiology* 56, 41–45.

RAHAROLAHY L., 2004. Le bœuf dans la société traditionnelle malgache.

REGLEMENT (CE) No 2073/2005 DE LA COMMISSION du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). *Journal officiel de l'Union européenne*.

REGLEMENT (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*.

SANTCHURN S.J., ARNAUD E., ZAKHIA-ROZIS N., COLLIGNAN A., 2011. Drying: principles and applications. In: Hui Y. H., editor. *Handbook of Meat and Meat Processing*. Sous presse.

SERVICE DE LA SECURITE ALIMENTAIRE, 2011. Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

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.

TAYLOR B., 1976. Changes in microbial flora during biltong production. *South African Food Review* 3, 120-123.

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.

VAN DER RIET W.B., 1982. Biltong a South African dried meat product. *Fleischwirtschaft* 62, (8) 1000-1001.

WERLICH M., 2001. Fumage du poisson et fours de fumage. <http://www.gate-international.org/food.htm>

# **ANNEXES**

ANNEXE 1

Questionnaires d'enquêtes des producteurs/revendeurs et consommateurs



**AFTER**

## **African Food Tradition Revisited by Research**



**WP 1: CARACTERISATION DES PRODUITS ET DES  
SAVOIR FAIRE TRADITIONNELS**

# **QUESTIONNAIRE D'ENQUÊTE**

Préparé par :  
Janvier Kindossi  
Victor Anihouvi  
Joseph D. Hounhouigan

## **Introduction**

Après avoir collecté les informations sur le produit à travers la revue de littérature et l'étude exploratoire, une enquête sur la base d'un questionnaire sera faite pour relever les questions les plus importantes à résoudre dans la suite du projet. Les objectifs de cette enquête sont ci-dessous cités. Les différents groupes d'acteurs à interroger le long de la chaîne des valeurs relative au produit sont pris en compte et les informations pour chaque groupe spécifiées.

## **Objectifs de l'enquête**

La présente enquête vise à collecter des informations sur la production, la commercialisation et la consommation du kitoza dans le pays, et à identifier les problèmes majeurs et les goulots d'étranglement relatifs au produit dans le but de faire des recherches sur certains d'entre eux et proposer des solutions adéquates.

# 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?

<b>Types de kitoza</b> Karazana kitoza	<b>Pourquoi ?</b> Nahoana ?

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

<b>Matières premières et autres ingrédients</b> Akora sy ireo fangarony hafa	<b>Lieu d'achat</b> 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 inonao amin'ny hena no ampiasainareo amin'ny famokarana kitoza ? Nahoana ?

<b>Différents types de viande</b> <b>(désignation)</b> Karazana hena (fiantsoana)	<b>Pourquoi utilisez-vous ce type de viande ?</b> 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 fanamboarana kitoza ? Hazavao !

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

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

<b>Différents types de sel (désignation)</b>	<b>Critères de qualités les plus importants</b>	<b>Expliquez !</b>
Karazana sira (fiantsoana)	Kalitao tena takiana	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 fanamboarana kitoza? Inona ireo kalitao tena takiana ary nahoana ?

<b>Autres ingrédients (désignation)</b>	<b>Critères de qualités</b>	<b>Pourquoi?</b>
Fangaro hafa (fiantsoana)	Fepetra ny hatsarana	Nahoana ?

- 7 Mettez-vous de la glace sur la viande après l'achat chez les boucheries?  
Manisy glasy amin'ny hena avy novidina tany amin'ny mpivaro-kena ve ianareo?

Oui/Eny  Non/Tsia

Pourquoi ?/Nahoana ?

.....

- 8 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 no manao izany isaky :

- Semaine / Herinandro:           fois
- Mois / Volana:                   fois

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 an-tenantenany sy farany, omeo ireo kalitao takiana mba hanatsarana ny vokatra sy ireo olana natrehina.

<b>Produits</b> Vokatra	<b>Critères de qualité utilisés pour apprécier le produit</b> Kalitao takiana mba hanatsarana ny vokatra	<b>Problèmes de qualité rencontrés</b> 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/eny   
 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 fahasahany ?

13.2. du séchage ? / ny fahamainany ?

- 14 Comment avez-vous acquis les connaissances sur la production de kitoza ?  
 Ahoana ny nahaizanareo ny fanamboarana kitoza?



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

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

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 fiovaavam-bidy ?

N°	Raison/Antony
01	

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 !:

<b>Produit intermédiaire et final</b> Vokatra antenatenany syfarany	<b>Problèmes de stockage et de conservation rencontrés</b> Olana natrehina eo amin'ny fitahirizana	<b>Description détaillée des problèmes</b> 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)		

Merci pour votre collaboration. !!! / Mankasitraka amin'ny fiaraha-miasa !!!

- Quels sont les types de kitoza que vous commercialisez ?  
Inona avy ny karazana kitoza amidinareo?  
.....  
....
- Quels sont les types de kitoza que vous préférez pour la commercialisation ? Pourquoi ?  
Inona avy ny karazana kitoza tena tinareo hamidy? Nahoana?  
.....  
....
- 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 Hatsarana takiana amin'ny fivarotana ireo vokatra

- Quels sont les critères de qualité pour lesquels le client est prêt à payer plus ?  
Inona ireo kalitao takiana mba hahasarika ny mpanjifa hividy 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 mandafo ny kitoza

- 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 antenatenany sy farany	Problèmes de commercialisation Olan'ny famarotana	Description détaillée des problèmes Fanoritana an-tsipirihany ireo olana	Propositions de solution à ces problèmes Vahaolana aroso
Viande salée non séchée/fumée			
Viande salée séchée/fermentée (kitoza)			

- 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 isatsena	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	Grossistes (achètent les produits chez les productrices)/Mpamongady (mividy ireo vokatra amin'ny mpamokatra)		Intermédiaires Antenantenany		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 de vente Vidiny ivarotana

10. 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

Merci pour le temps consacré !!! / Misaotra nahafoy fotoana !!!

# CONSOMMATEUR/TRICE

## 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 :** (Fihinana matetika ireo sakafo notanisaina :)

**2.1 Combien de fois par semaine consommez-vous chacun des plats précités ?**

(Im-piry isan-kerin'andro no ihinanao ireo sakafo izay voatanisa tsirairay ireo?)

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/Tsy misy mihintsy

**2.2 A quel moment /occasion avez-vous consommé chacun des plats ci-dessus mentionnés dans un mois ?**

(Isaky ny inona no nihinananao ireo sakafo voatanisa etsy ambony ireo, ao anatin'ny iray volana?)

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

**2.3 Lieu de consommation : Où mangez-vous les différents plats cités plus haut ?**

(Toerana fisakafoanana : Aiza ianao no mihinana ireo karazana sakafo voatanisa etsy ambony ire ?)

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

**3. Perception de la qualité : Remplir un tableau pour chaque type de kitoza**

**3.1 Selon vous, quels sont les critères de qualité d'un bon kitoza ?**

(Aminao, inona ireo kalitao takiana amin'ny hatsaran'ny kitoza iray ?)

Types de kitoza	Critère(s) de qualité (Kalitao takiana)	Pourquoi ? (Nahoana ?)

**3.2 Quelles sont les qualités du kitoza pour lesquelles vous serez prêts à payer plus cher, la même quantité du produit concerné ?**

(Inona ireo kalitaon'ny kitoza izay mahasarika anao hividy lafo?)

.....  
.....

**4. A quel prix payez-vous le kitoza au cours de l'année ? (Hoatrinona no fividiananao ny kitoza mandritry ny taona)**

Kitoza (l'unité de mesure)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre

**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)

**6 Pensez-vous que la consommation du kitoza apporterait des effets thérapeutiques ou des vertus?**

(Heverinao ve fa ny fihinana kitoza dia mitondra fitsaboana na misy asany manokana ?)

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 lazalazao)

**7 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 ?)

.....

**Merci pour le temps consacré !!! (Misaotra nahafoy fotoana !!!)**

## ANNEXE 2

## Composition des milieux de culture

**Eau peptonée tamponnée (EPT) en g/l**

Peptone .....	10,00
Phosphate dissodique anhydre.....	3,56
Phosphate monopotassique.....	1,50
Chlorure de sodium.....	5,00
pH =7,0	

**Eau physiologique**

NaCl 9‰ M= 58,44g/mol

Eau distillée 1000ml

**Plate Count Agar (PCA) en g/l**

Tryptone .....	5
Extrait de levure.....	2,5
Glucose.....	1
Agar .....	15
pH=7,0±0,2(environ)	

**Trypton Bile agar (TBX) en g/l**

Tryptone.....	20
Acides biliaires n°3.....	1,5
Agar .....	14
X-GLUC.....	75mg
pH : 7,2±0,2	

**Baird-Parker (BP) en g/l**

Tryptone.....	10
Extrait de viande de bœuf.....	5
Extrait de levure.....	1
Pyruvate de sodium.....	10
Glycine.....	12
Chlorure de lithium (LiCl).....	5
Agar.....	17

pH : 7,2±0,2

**Man, Rogosa, Sharpe (MRS) en g/l**

Peptone.....	10
Extrait de viande de boeuf.....	10
Extrait de levure.....	5
Glucose.....	20
Phosphate monopotassique (K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ).....	2
Acétate de sodium.....	5
Citrate d'ammonium.....	2
Sulfate de magnésium (MgSO <sub>4</sub> ).....	0,2
Sulfate de manganèse (MnSO <sub>4</sub> ) .....	0,05
Agar.....	15
Tween ® 80.....	1

**Milieu RVS (Rapport Vassiliadis) en g/l**

Peptone de farine de soja.....	4,5
Chlorure de sodium (NaCl) .....	7,2
Phosphate monopotassique (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ).....	1,26
Phosphate dipotassique (K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ).....	0,18
Chlorure de magnésium anhydre (MgCl <sub>2</sub> ).....	13,4
Oxalate de malachite vert.....	0,036

pH: 5,2±0,2

**HEKTOEN en g/l**

Proteose peptone.....	12,00
Extrait de levure.....	3,0
Lactose.....	12,00
Sucrose .....	12,00
Salicine.....	2,00
Sels biliaires.....	9,00
Chlorure de sodium .....	5,00
Thiosulfate de sodium .....	5,00
Citrate d'ammonium ferrique.....	1,50
Bleu de bromothymol .....	0,065
Fuschine acide.....	0,10
Agar.....	15,00
pH (25°C): 7,5±0,2	

**XLD en g/l**

Xylose.....	3,5
L-lysine.....	5
Lactose.....	7,5
Sucrose.....	7,5
Chlorure de sodium (NaCl).....	5
Extrait de levure.....	3
Désoxycholate de sodium .....	2,5
Thiosulfate de sodium (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	6,8
Citrate d'ammonium ferrique.....	0,8
Rouge de phénol.....	0,08
Agar.....	13,5
pH (25°):7,4±0,2	

**Kligler Hajna en g/l**

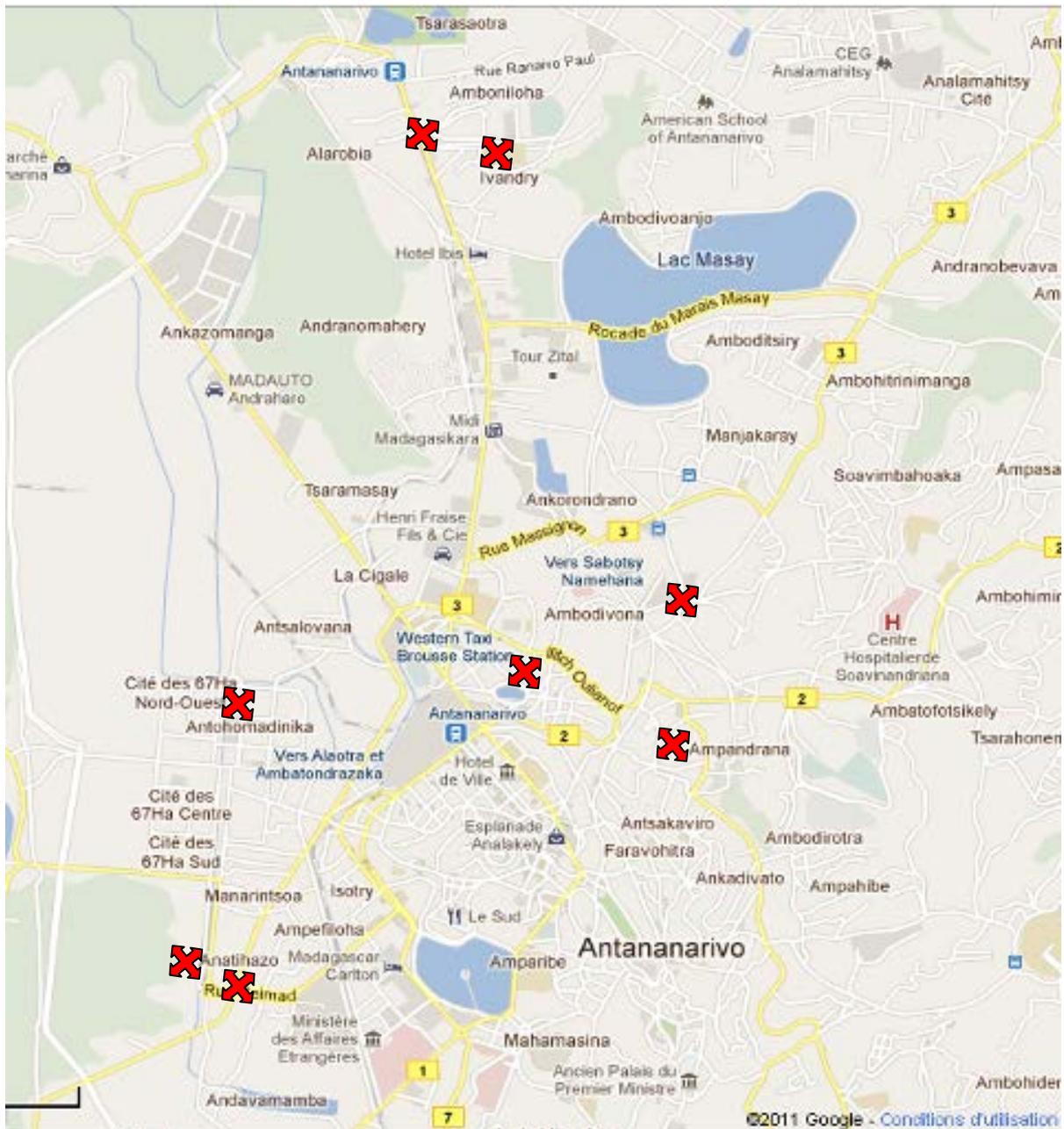
Peptone.....	15,0
Extrait de levure.....	3,0
Extrait de viande de boeuf.....	3,0
Proteose peptone.....	5,0
Chlorure de sodium.....	5,0
Lactose .....	10,0
Dextrose.....	1,0
Thiosulphate de sodium .....	0,3
Sulphate de fer.....	0,2
Rouge de phénol .....	0,024
Agar.....	15,0
Ph (25°C):	7,4±0,2

**Urée indole en g/l**

Urée.....	20,0
Phosphate monopotassique.....	1,0
Phosphate dipotassique.....	1,0
Rouge de phénol.....	0,025
Chlorure de sodium.....	5,0
L-Tryptophane.....	3,0
pH :	6,8±0,2

## ANNEXE 3

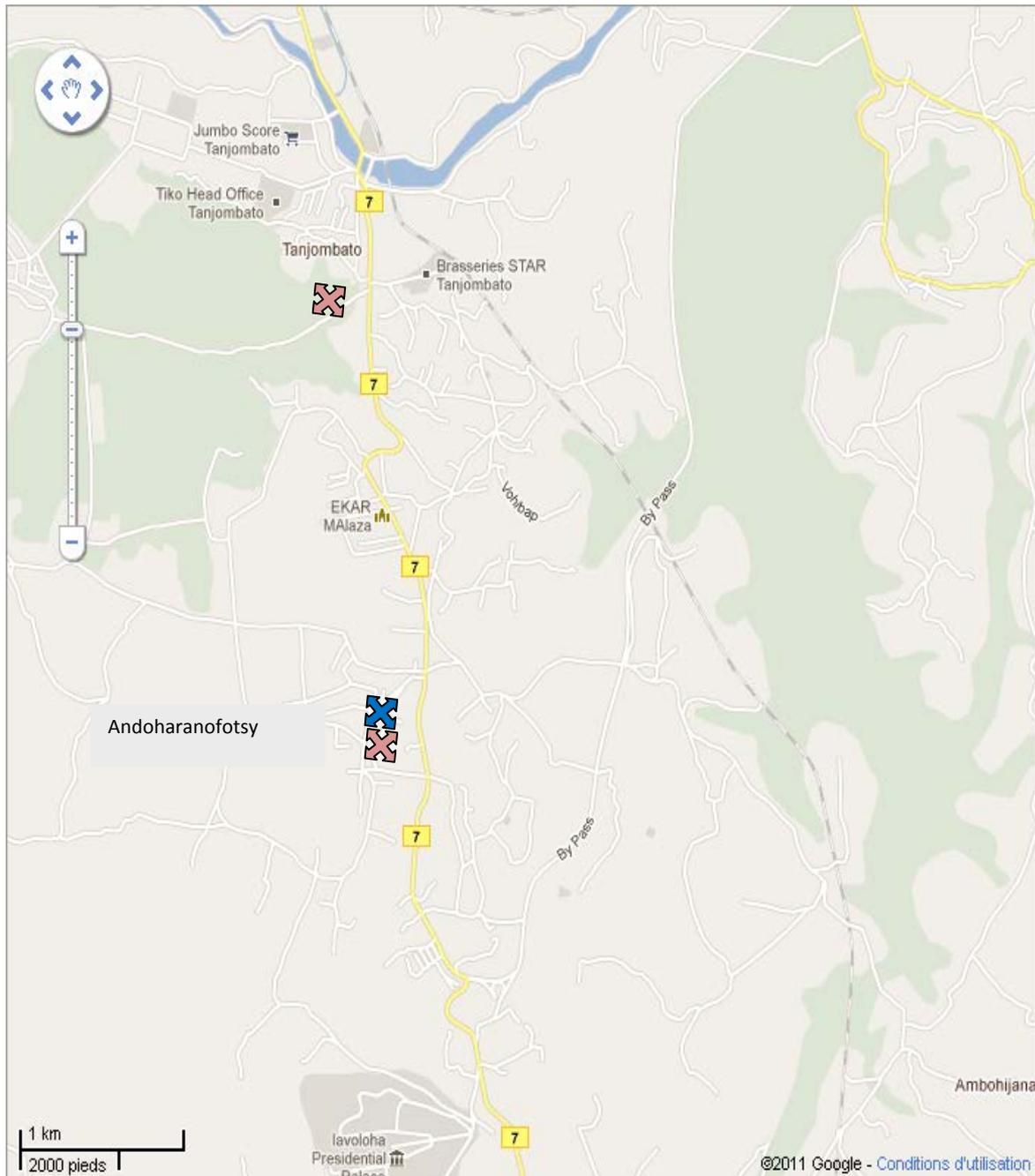
Lieux des enquêtes menées dans les zones urbaine, périurbaine et rurale



**X** : Lieu d'enquête

Source: Google maps

Carte 1: Lieux d'enquêtes des producteurs, revendeurs et consommateurs en milieu urbain

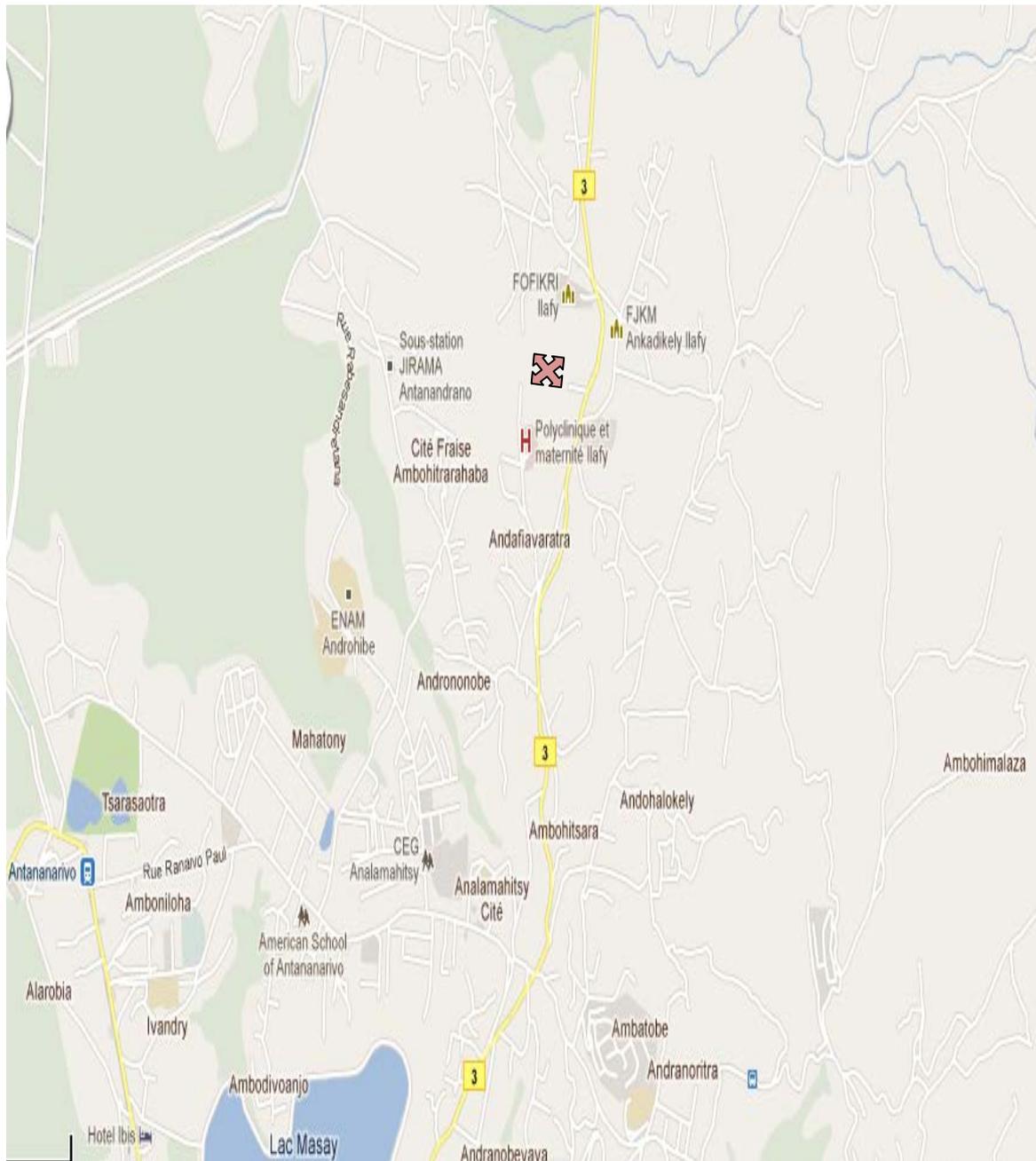


 : Lieu d'enquête des producteurs et revendeurs

 : Lieu d'enquête des consommateurs

Source: Google Earth Madagascar Map

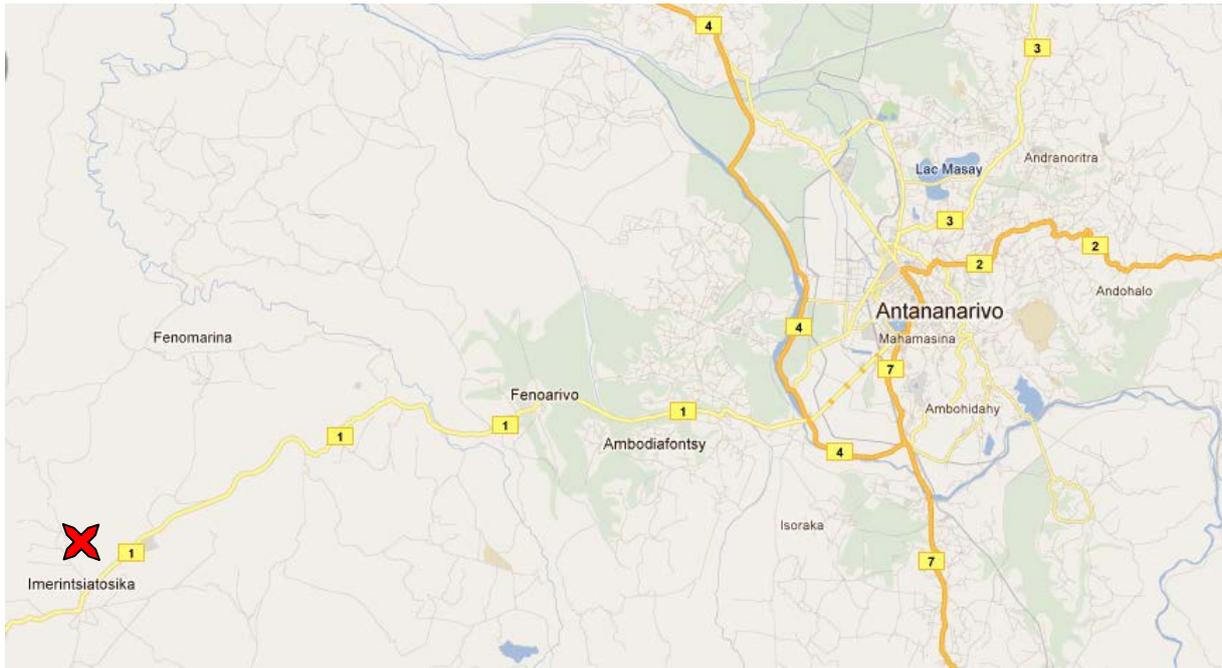
Carte 2a: Lieux d'enquêtes des producteurs, revendeurs et consommateurs en milieu périurbain



 : Lieu d'enquête des producteurs et revendeurs

Source: Google Earth Madagascar Map

Carte 2b: Lieux d'enquêtes des producteurs et revendeurs en milieu rural



 : Lieu d'enquête des consommateurs

Carte 3 : Lieux d'enquêtes des consommateurs on milieu rural

## ANNEXE 4

## Résultats d'enquêtes

Tableau 1 : Lieux d'enquêtes et nombre de personnes enquêtées

Lieux d'enquêtes	Nombre total de personnes enquêtées	Nombre de personnes enquêtées		
		Nombre de producteurs	Nombre de revendeurs	Nombre de consommateurs
Ivandry	33	1	2*	31
Amboniloha	21	0	0	21
Behoririka	30	1	2*	28
Ampandrana Andrefana	35	0	0	35
Antaninandro	31	0	1	30
67ha Nord Est	27	1	1*	26
67ha Nord Ouest	23	0	0	23
Andoharanofotsy	32	2	2*	30
Tanjombato	1	1	1*	0
Imerintsiatosika	34	0	0	34
Ankadikely	2	2	2*	0
Andravoahangy	1	1	1*	0
Anatihazo Isotry	2	2	2*	0
TOTAL	272			

\* : le producteur est en même temps le revendeur

Tableau 2 : Types de kitoza et ingrédients

Type de kitoza	Kitoza de bœuf fumé		Kitoza de porc fumé	
Ingrédients	Viande de bœuf (filet, tranche fine)	Sel, gingembre, ail, huile, sucre, papaye (un producteur), thym, salpêtre	Viande de porc	Sel, gingembre, ail, huile, salpêtre
Lieux d'achat des ingrédients	Boucherie (Analakely)	Grossiste (Petite Vitesse, Anosibe)	Abattoirs (Ankadindratombo, Alasora et Anosizato)	Grossistes (Ankazomanga, Analakely, Tsaralalàna)
Prix des ingrédients	Viande de bœuf : augmentation en Août et Septembre	Ail et gingembre: augmentation entre janvier et Avril, Juin et Septembre	Viande de porc : augmentation entre novembre et Avril	Ail et gingembre: augmentation entre janvier et Avril, Juin et Septembre
Quantité de kitoza produite par semaine	3 à 4kg		5 à 20kg	
Critères de qualité du kitoza	Tendre, pas gras, couleur dorée/marron, aspect sec		Tendre, couleur doré/marron, aspect sec	
Durée de conservation	1 jour (81,81%) à une semaine (9,09%)		1 jour (81,81%) à une semaine (9,09%)	

Tableau 3 : Opérations lors de la production du kitoza

Opérations	Durée de l'opération	Quantité de la matière première utilisée	Autres ingrédients	Equipements utilisés	Main d'œuvre	Produit obtenu	Attributs de qualité du produit obtenu
Découpe en lanières	15 à 20min	3kg		Couteau, planchette, cuvette, plateau	Un à trois hommes	Viande fraîche découpée en lanières	De bonne taille
Lavage	15 à 20min	3kg		Cuvette	Un à trois hommes	Viande fraîche découpée en lanières	
Ajout d'ingrédients et mélange	5min	3kg	<b>Sel</b> : 10 à 17g/kg <b>Ail</b> : 2 gousses à 2 kapoaka/kg <b>Salpêtre</b> : 8% du sel <b>Sucre</b> : une pincée ou 13g/kg (facultatif) <b>Gingembre</b> : 4 pièces	Cuvette, gants, cuillère en bois	Un homme	Viande salée non séchée	Viande bien assaisonnée, bien parfumée
Marinage	1 à 24h	3kg	Jus de papaye (facultatif)	Cuvette			Kitoza tendre
Accrochage/séchage	1h (kitoza fumé) Indéfiniment (kitoza séché)			Crochets, corde	Un à trois hommes	Viande salée séchée	Kitoza sec
Fumage	45min à 2h30			Fumoir en tôle ou briques, bois de chauffe, charbon	Un à trois hommes	Viande salée fumée	Kitoza tendre

Tableau 4 : Problèmes rencontrés au cours de la production

Produits intermédiaires et finaux	Critères de qualité pour l'appréciation du produit	Problèmes de qualité rencontrés	Solutions proposées
Viande fraîche découpée en lanières	Chair de viande tendre (tranche fine, filet)	Rareté de la viande tendre	
Viande salée non séchée	- Assaisonnement correct - Légèrement épicé	- Traitement trop long - Dosage des ingrédients (sel) incorrect	
Viande salée séchée	- Tendre - Assaisonnement	Viande trop sèche	
Viande salée fumée	- Tendre (37,5%) - Couleur rouge ou doré/marron (37,5%)	- Viande grillée - Viande trop salée - Changement de la qualité de la viande chez les fournisseurs	

Tableau 5 : Critères de commercialisation

Type de kitoza	Lieu de vente	Quantité vendue par mois	Critères de qualité	Prix de vente (kg)
Kitoza bœuf fumé	Marché de proximité (40%) Domicile (40%)	24 à 30kg	Bonne présentation (62,5%), bon goût (32,5%)	20000 – 25000 Ariary 7,6 – 9,6 euros
Kitoza de porc fumé	Marché de proximité (40%) Domicile (40%)	10 à 240kg	Bonne présentation (60%)	16000 - 25000 Ariary 6,15 – 9,6 euros

Tableau 6 : Problèmes de commercialisation

Produits commercialisés	Problèmes de commercialisation	Description détaillée des problèmes	Solutions proposées
Kitoza de boeuf fumé	Coupure d'électricité	Problème de conservation des produits	Aucune
Kitoza de porc fumé	Concurrence, coupure d'électricité	La vente ne marche pas	Aucune

Tableau 7 : Plats consommés avec le kitoza et fréquence de consommation

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

1 : en accompagnement de l'alcool ; 2 : consommé seul

Tableau 8 : Données sur la consommation (Les chiffres sont exprimés en pourcentage)

Plats contenant du kitoza	Fréquence de consommation par semaine					Occasion					Lieu de consommation			
	6-7 fois	4-5 fois	2-3 fois	1 fois	Rarement	Petit déjeuner	Déjeuner	Dîner	Entre repas	Occasion spéciale	A la maison	Chez une vendeuse de rue	Restaurant	Autre
Vary sosoa	14,9	4	26,7	22,5	22,3	60,9	11,15	70,4	1,8	3,7	97,7	14	1,8	1,9
Vary amin' anana	10,5	4,8	28	22	34,8	53,7	11,9	65,5	4,3	51,9	51,3	16,9	0,6	0,7
Vary maina	3,6	1,3	25,5	17,7	51,9	7,9	63,7	39,6	2,2	10,3	95,6	8,1	4,4	2,2
Pâtes	0	6,3	28,8	16,3	48,8	7,2	41,5	30	7,2	24,3	53	10		
Pain	50					50			50	50	50			50
Tsaky toaka				52,1	47,9			33,9	14,3	58,9	41,1	7,2		66,1
Kitoza			45,9	16,7	37,5	10	43,4	43,4	10	20	100			
Brèdes		12,5	75		12,5	12,5	62,5	25			100			
Légumes		12,5	12,5	75			100	62,5			100			
Soupe					50		50	50			100			
Salade			16,7	16,7	66,7		100	16,7			100			
Piment	50			50		50	100	50			100			

Tableau 9 : Classes sociales

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
Dépend du niveau social	0,77
Dépend de la possibilité de chacun	5,81

Tableau 10 : Attributs de qualité

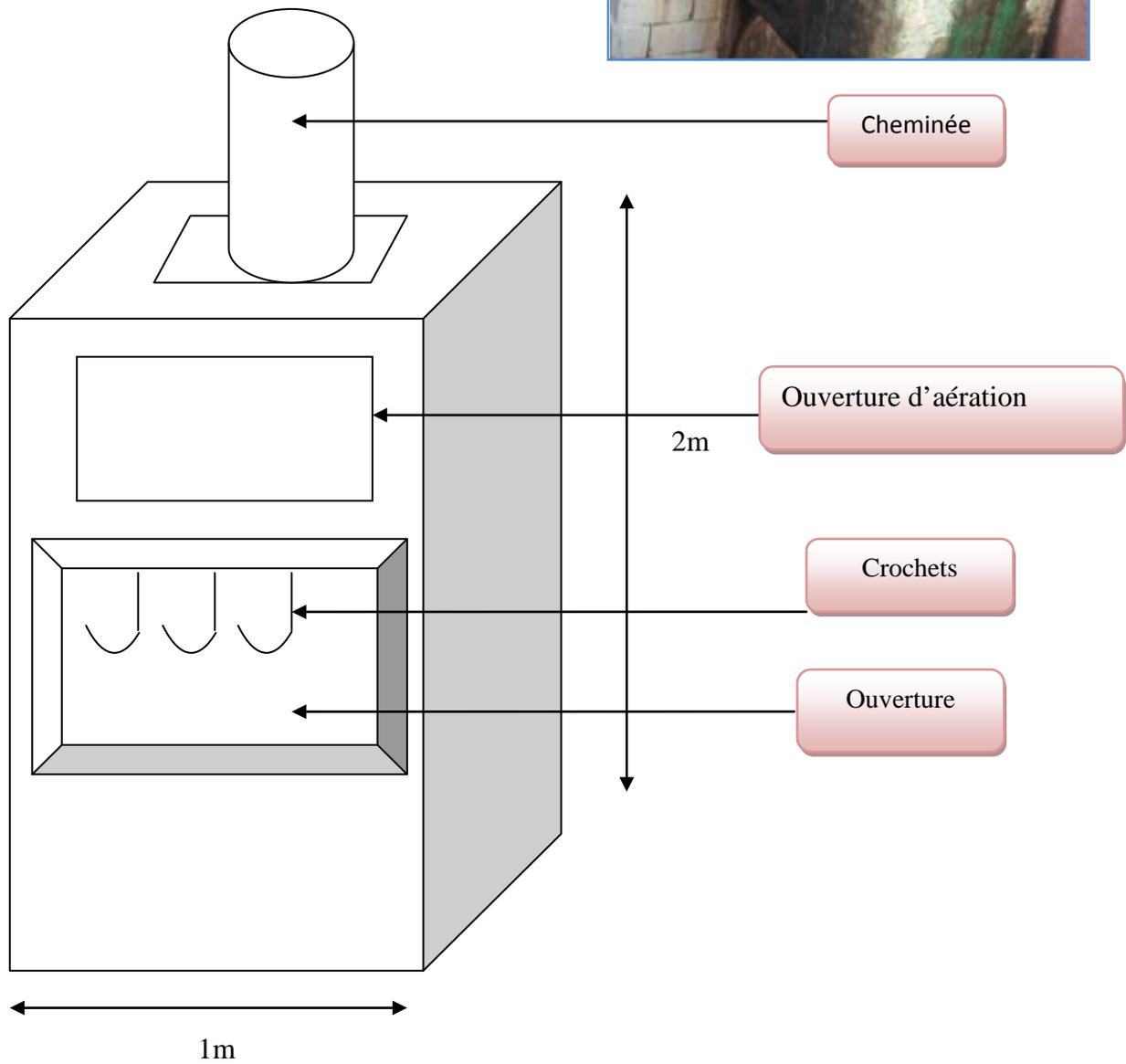
Acteurs	Couleur/aspect	Consistance/ Texture	Goût	Qualité hygiénique
Producteurs	Couleur doré/marron	Tendre/sec	fumé	
Revendeurs	Couleur doré/marron	Tendre/sec	fumé	Présentation en sachet et/ou dans vitrine Propreté de la boutique
Consommateurs	Couleur doré/ marron/rouge	Tendre/sec	De viande sèche ou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

ANNEXE 5

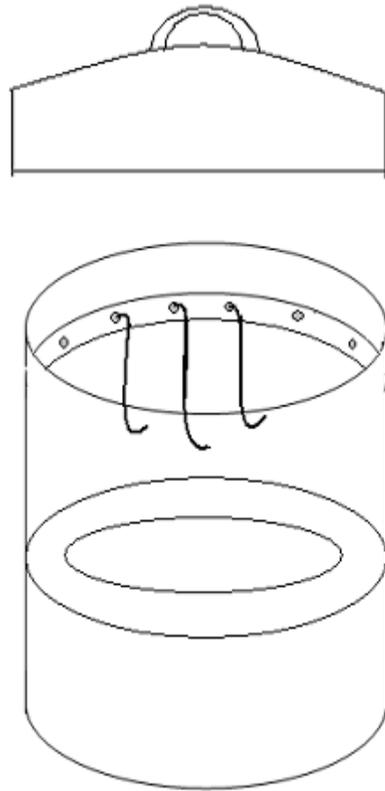
Photos des fumoirs rencontrés chez les producteurs



Annexe 3.1 : Fumoir en briques



Annexe 3.2 : Fumoir en tôle



Annexe 3.3 : Fumoir en fût

## ANNEXE 6

## Provenance des échantillons de kitoza

Provenance	Numéro échantillons
Kitoza fumé Urbain Producteur	1
	2
	5
	6
	14
Kitoza fumé Périurbain Producteur	3
	4
	12
	17
	29
Kitoza fumé Rural Producteur pour autoconsommation	7
	8
	9
	10
	19
Kitoza séché Urbain Producteur pour autoconsommation	13
	15
	16
	18
	20
Kitoza séché Périurbain Producteur pour autoconsommation	21
	22
	23
	28
	30
Kitoza séché Rural Producteur pour autoconsommation	11
	24
	25
	26
	27

## ANNEXE 7

## Résultats des analyses physico-chimiques

## Teneur en lipides

Echantillons	PE (g)	$m_b$ (g)	$m_{bl}$ (g)	T lipides (g/g)	T lipides (g/100g)
1	19,2992	112,3579	113,2032	0,0438	4,4
2	20,8278	114,1715	114,9563	0,0377	3,8
3	19,9793	112,928	114,3292	0,0701	3,5
4	19,2962	112,2187	113,1475	0,0481	5
5	20,6395	103,4472	104,1608	0,0346	4,4
6	20,2122	104,5006	105,5137	0,0501	7
7	22,8887	105,6699	108,6638	0,1308	4,8
8	21,9141	121,7439	124,4699	0,1244	9,1
9	19,351	123,5523	127,5403	0,2061	7,8
10	19,8055	108,3531	109,2427	0,0449	10
11	22,7054	113,3214	115,2102	0,0832	13,1
12	19,8756	112,0148	113,8283	0,0912	12,4
13	20,01	115,2062	117,5157	0,1154	20,6
14	19,9544	105,3366	106,2244	0,0445	4,5
15	19,571	113,2154	114,8562	0,0838	11,5
16	19,386	106,394	109,3245	0,1512	11,5
17	19,975	120,3855	121,9345	0,0775	8,4
18	19,37	105,0872	106,8896	0,0931	15,1
19	19,806	112,9208	115,1923	0,1147	9,3
20	19,4999	103,7134	105,5719	0,0953	9,5
21	19,3607	99,8423	102,1124	0,1173	11,7
22	19,6	122,683	125,6492	0,1513	15,1
23	19,3696	106,4493	111,5574	0,2637	26,4
24	19,2875	99,4704	101,5527	0,1080	8,8
25	19,9258	114,1583	117,5603	0,1707	8,5
26	19,7002	112,205	116,1485	0,2002	8,3
27	19,7703	121,7334	124,4367	0,1367	10,8
28	19,5819	113,3093	115,0357	0,0882	17,1
29	19,1351	103,4297	105,3361	0,0996	20
30	19,8658	105,6614	107,3477	0,0849	13,7

$m_{bl}$  : masse du ballon + lipides (g)

$m_b$  : masse du ballon vide (g)

PE : prise d'essai (g)

## Teneur en protéines

Echantillons	PE1 (g)	PE2 (g)	V HCl (ml)		T azote		T protéines (g/100g)		T protéines moyenne (g/100g)	ET	Répétabilité
			V HCl 1 (ml)	V HCl 2 (ml)	T azote 1	T azote 2	T protéines 1	T protéines 2			
1	1,004	1,032	53,2	54	7,4	7,3	46,4	45,8	46,1	0,4	0,9
2	1,019	1,300	26,4	38,41	3,6	4,1	22,7	25,8	24,3	2,3	9,3
3	1,035	1,037	0,7	0,7	0,1	0,1	0,6	0,6	0,6	0,0	0,2
4	1,054	1,007	33,7	31,3	4,5	4,4	28,0	27,2	27,6	0,5	2,0
5	1,000	1,020	1,9	2,1	0,3	0,3	1,7	1,8	1,7	0,1	5,7
6	1,132	1,054	56,1	54	6,9	7,2	43,4	44,8	44,1	1,0	2,4
7	1,012	1,027	42,1	40	5,8	5,5	36,4	34,1	35,2	1,6	4,6
8	1,031	1,024	2,9	3	0,4	0,4	2,5	2,6	2,5	0,1	2,8
9	1,056	1,079	48,35	46	6,4	6,0	40,1	37,3	38,7	2,0	5,0
10	1,013	1,035	71,4	74,8	9,9	10,1	61,6	63,2	62,4	1,1	1,8
11	1,050	1,050	4,9	4,92	0,7	0,7	4,1	4,1	4,1	0,0	0,3
12	1,011	1,005	1,4	1,2	0,2	0,2	1,2	1,0	1,1	0,1	10,4
13	0,999	1,078	5,6	6,95	0,8	0,9	4,9	5,6	5,3	0,5	9,8
14	1,045	0,997	3,8	4,1	0,5	0,6	3,2	3,6	3,4	0,3	8,7
15	1,027	1,005	70,1	68	9,6	9,5	59,7	59,2	59,4	0,4	0,6
16	1,054	1,026	65	60,3	8,6	8,2	54,0	51,4	52,7	1,8	3,4
17	1,007		49,3		6,9		42,9		42,9		
18	1,001	1,014	5,8	6,3	0,8	0,9	5,1	5,4	5,3	0,3	4,9
19	1,050		2,55		0,3		2,1		2,1		
20	1,019		2,89		0,4		2,5		2,5		
21	1,040		56,9		7,7		47,9		47,9		
22	1,019		59,35		8,2		50,9		50,9		
23	1,042		4,36		0,6		3,7		3,7		
24	1,022		55,26		7,6		47,3		47,3		
25	1,037		59,61		8,1		50,3		50,3		

26	1,025		2		0,3		1,7		1,7		
27	1,013		13		1,8		11,2		11,2		
28	1,026		83		11,3		70,8		70,8		
29	1,026		4,5		0,6		3,8		3,8		
30	1,020		6,05		0,8		5,2		5,2		

*PE* : prise d'essai (g)

*V HCl* : volume HCl (ml)

*ET* : écart type

Calculs de ET et répétabilité :

$$ET = \sqrt{(T \text{ protéines } 1 + T \text{ protéines } 2)^2}$$

$$\text{Répétabilité} = \frac{ET}{T \text{ protéines moyenne}} \times 100$$

Teneur en eau

Echantillons	PE						TE (g/100g)		
	m0 (g)	m0' (g)	m1 (g)	m1' (g)	m2 (g)	m2' (g)	TE <sub>1</sub>	TE <sub>2</sub>	TE moyenne
1	4,5483	4,5621	10,3294	9,9852	6,8915	6,7262	59,4679	60,0948	59,7814
2	4,5334	4,5603	10,0773	10,0407	6,7060	6,7090	60,8110	60,7930	60,8020
3	4,5268	4,5556	10,0068	10,0003	7,1260	7,1453	52,5693	52,4363	52,5028
4	4,5428	4,5465	10,0602	10,0450	6,7822	6,7752	59,4120	59,4671	59,4396
5	4,6304	4,5561	10,0746	10,0020	7,0452	6,9661	55,6445	55,7465	55,6955
6	4,5342	-	10,0227		7,5721		44,6497		44,6497
7	4,5574		10,0814		7,6438		44,1274		44,1274
8	4,5601		10,0018		7,3543		48,6521		48,6521
9	4,5749		10,2449		7,8596		42,0688		42,0688
10	4,5800		10,0101		8,3811		29,9994		29,9994
11	4,5664		10,0757		7,5711		45,4613		45,4613
12	4,5307		10,2713		7,3133		51,5277		51,5277
13	4,5300		10,0208		7,3154		49,2715		49,2715
14	4,5475		10,1092		6,8264		59,0251		59,0251
15	4,5768		10,0836		8,4365		29,9103		29,9103
16	4,5722		10,0119		8,3534		30,4888		30,4888
17	4,5191		10,0917		7,2556		50,8937		50,8937
18	4,5406		10,1346		8,2066		34,4655		34,4655
19	4,5679		10,1163		7,9748		38,5967		38,5967
20	4,5630		10,1166		7,8060		41,6054		41,6054
21	4,5558		10,0528		8,8461		21,9520		21,9520
22	4,5690		10,1917		8,2567		34,4141		34,4141
23	4,5633		10,2632		8,3598		33,3936		33,3936
24	4,5556		10,0210		7,8111		40,4344		40,4344

---

25	4,5880		10,0026		7,8947		38,9299		38,9299
26	4,5315		10,0843		8,0287		37,0192		37,0192
27	4,5311		10,0194		8,5605		26,5820		26,5820
28	4,5279		10,0527		9,0279		18,5491		18,5491
29	4,5594		10,1751		7,7520		43,1487		43,1487
30	4,5535		10,0072		8,0584		35,7335		35,7335

*PE : prise d'essai (g)*

## Teneur en sel

Echantillons	PE (g)	x			x moyenne	T sel (g/100g)
		x1	x2	x3		
1	0,2939	88	89	86	87,6667	2,4579
2	0,3032	75	79	76	76,6667	2,0836
3	0,3015	128	132	134	131,3333	3,5893
4	0,3034	72	71	71	71,3333	1,9373
5	0,308	114	112	112	112,6667	3,0142
6	0,3307	85	90	88	87,6667	2,1844
7	0,302	107	108	106	107	2,9195
8	0,3041	98	100	99	99	2,6825
9	0,2928	82	78	81	80,3333	2,2607
10	0,3054	225	224	221	223,3333	6,0258
11	0,3094	112	114	115	113,6667	3,0272
12	0,2999	71	74	72	72,3333	1,9874
13	0,3013	102	102	102	102	2,7895
14	0,3087	97	98	98	97,6667	2,607
15	0,3114	142	140	139	140,3333	3,7134
16	0,3032	80	81	82	81	2,2013
17	0,3049	91	92	92	91,6667	2,4773
18	0,347	241	237	238	238,6667	5,6675
19	0,3046	143	148	144	145	3,9225
20	0,3234	234	239	240	237,6667	6,0556
21	0,3137	83	86	80	83	2,1802
22	0,34	159	156	161	158,6667	3,8453
23	0,3498	118	119	121	119,3333	2,8111
24	0,3375	149	153	152	151,3333	3,6948
25	0,3546	139	143	138	140	3,2532
26	0,3121	197	197	198	197,3333	5,21
27	0,308	89	89	86	88	2,3543
28	0,3145	104	107	106	105,6667	2,7685
29	0,2915	166	165	167	166	4,6924
30	0,3153	120	123	124	122,3333	3,197

PE : prise d'essai (g)

## Aw et pH

Echantillons	Aw	pH
1	0,9620	5,83
2	0,9630	5,63
3	0,9290	6,05
4	0,9620	6,00
5	0,9410	5,82
6	0,9260	5,51
7	0,9620	5,85
8	0,9420	5,78
9	0,9320	6,18
10	0,7700	6,22
11	0,9300	5,87
12	0,9330	5,84
13	0,8920	5,87
14	0,9700	5,69
15	0,7970	5,94
16	0,9010	6,11
17	0,9500	5,78
18	0,8290	5,84
19	0,8960	5,98
20	0,8630	5,26
21	0,7920	5,51
22	0,8790	5,62
23	0,9000	5,67
24	0,9020	5,59
25	0,9100	5,68
26	0,8780	5,63
27	0,8370	5,56
28	0,7230	5,75
29	0,8900	6,01
30	0,8780	5,64

## Acidité titrable

Echantillons	V NaOH (ml)	PE (g)	Acidité titrable (meq/100g)
1	6,9400	3,0916	11,2240
2	7,2800	3,0688	11,8613
3	7,0500	3,0879	11,4155
4	5,2500	3,0070	8,7296
5	7,4600	3,0081	12,3999
6	10,7500	3,0879	17,4067
7	7,8800	3,0828	12,7806
8	6,9100	3,1808	10,8620
9	5,6200	3,0886	9,0980
10	6,7900	3,0129	11,2682
11	7,1600	3,0548	11,7193
12	6,3800	3,0069	10,6089
13	6,5200	3,0996	10,5175
14	7,0700	3,0680	11,5222
15	10,1300	3,0009	16,8783
16	8,1100	3,0024	13,5059
17	7,9600	3,0165	13,1941
18	5,9900	3,0795	9,7256
19	5,1600	3,0194	8,5447
20	9,3800	3,0499	15,3776
21	4,9100	3,1386	7,8220
22	7,1700	3,0122	11,9016
23	5,6700	3,0501	9,2948
24	7,3300	3,0977	11,8314
25	6,5900	3,0258	10,8897
26	5,2000	3,0508	8,5224
27	9,0600	3,0085	15,0573
28	11,5400	3,0478	18,9317
29	5,9400	3,0927	9,6033
30	8,8800	3,0262	14,6719

PE : prise d'essai (g)

Teneur en acide D lactique

**Echantillons 1 à 6**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,023	0,198	0,179					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,022	0,552	0,534	0,355	0,132			
Ech 1	2,5667	0,05	0,1	0,025	0,283	0,263	0,083	0,031	0,060	1	0,060
Ech 2	2,5021	0,05	0,1	0,028	0,245	0,222	0,043	0,016	0,032	1	0,032
Ech 3	2,4908	0,05	0,1	0,043	0,230	0,195	0,016	0,006	0,012	1	0,012
Ech 4	2,5081	0,05	0,1	0,038	0,210	0,179	0,000	0,000	0,000	1	0,000
Ech 5	2,5139	0,05	0,1	0,034	0,211	0,184	0,004	0,002	0,003	1	0,003
Ech 6	2,5577	0,05	0,1	0,033	0,814	0,787	0,608	0,226	0,442	1	0,442

**Echantillons refaits avec le 2<sup>e</sup> protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,3	0,045	0,179	0,142					
Ech 2	2,5021	0,05	0,3	0,050	0,345	0,304	0,162	0,018	0,035	1	0,035
Ech 3	2,4908	0,05	0,3	0,060	0,289	0,239	0,098	0,011	0,021	1	0,021
Ech 4	2,5081	0,05	0,3	0,040	0,230	0,197	0,055	0,006	0,012	1	0,012
Ech 5	2,5139	0,05	0,3	0,033	0,202	0,175	0,033	0,004	0,007	1	0,007

**Echantillons 7 à 12**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,018	0,186	0,171					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,017	0,534	0,520	0,349	0,130			
Ech 7	2,5419	0,05	0,1	0,022	0,202	0,184	0,013	0,005	0,009	1	0,009
Ech 8	2,468	0,05	0,1	0,022	0,253	0,235	0,064	0,024	0,048	1	0,048
Ech 9	2,5554	0,05	0,1	0,023	0,261	0,242	0,071	0,026	0,052	1	0,052
Ech 10	2,4939	0,05	0,1	0,022	0,210	0,192	0,021	0,008	0,015	1	0,015
Ech 11	2,6361	0,05	0,1	0,020	0,253	0,237	0,065	0,024	0,046	1	0,046
Ech 12	2,5447	0,05	0,1	0,024	0,206	0,187	0,015	0,006	0,011	1	0,011

**Echantillons refaits avec le 2° protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,3	0,024	0,165	0,145					
Ech 7	2,5419	0,05	0,3	0,029	0,203	0,179	0,034	0,004	0,007	1	0,007
Ech 8	2,468	0,05	0,3	0,030	0,379	0,354	0,209	0,023	0,046	1	0,046
Ech 10	2,4939	0,05	0,3	0,039	0,252	0,220	0,075	0,008	0,016	1	0,016
Ech 11	2,6361	0,05	0,3	0,027	0,383	0,361	0,216	0,024	0,045	1	0,045
Ech 12	2,5447	0,05	0,3	0,039	0,218	0,186	0,041	0,004	0,009	1	0,009

**Echantillons 13 à 18**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,017	0,191	0,177					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,017	0,537	0,523	0,346	0,129			
Ech 13	2,6412	0,05	0,1	0,019	0,435	0,420	0,242	0,090	0,171	1	0,171
Ech 14	2,481	0,05	0,1	0,027	0,212	0,190	0,013	0,005	0,010	1	0,010
Ech 15	2,5215	0,05	0,1	0,019	0,203	0,188	0,010	0,004	0,008	1	0,008
Ech 16	2,5235	0,05	0,1	0,022	0,264	0,246	0,069	0,026	0,051	1	0,051
Ech 17	2,547	0,05	0,1	0,029	0,205	0,182	0,004	0,002	0,003	1	0,003
Ech 18	2,6114	0,05	0,1	0,022	0,240	0,222	0,045	0,017	0,032	1	0,032

**Echantillons refaits avec le 2° protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,3	0,024	0,165	0,145					
Ech 14	2,4810	0,05	0,3	0,055	0,250	0,205	0,059	0,007	0,013	1	0,013
Ech 15	2,5215	0,05	0,3	0,026	0,222	0,201	0,055	0,006	0,012	1	0,012
Ech 17	2,5470	0,05	0,3	0,042	0,225	0,190	0,045	0,005	0,010	1	0,010
Ech 18	2,6114	0,05	0,3	0,052	0,348	0,305	0,160	0,018	0,034	1	0,034

**Echantillons 19 à 24**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,017	0,187	0,173					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,018	0,540	0,525	0,352	0,131			
Ech 19	2,5623	0,05	0,1	0,025	0,305	0,285	0,112	0,041	0,081	1	0,081
Ech 20	2,4751	0,05	0,1	0,023	0,949	0,930	0,757	0,282	0,569	1	0,569
Ech 21	2,5309	0,05	0,1	0,021	0,632	0,615	0,442	0,164	0,325	1	0,325
Ech 22	2,544	0,05	0,1	0,021	0,210	0,193	0,020	0,007	0,014	1	0,014
Ech 23	2,663	0,05	0,1	0,021	0,218	0,201	0,028	0,010	0,019	1	0,019
Ech 24	2,5202	0,05	0,1	0,020	0,204	0,188	0,015	0,005	0,011	1	0,011

**Echantillon refait avec le 1<sup>er</sup> protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,014	0,188	0,177					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,015	0,547	0,535	0,358	0,133			
Ech 20	2,4751	0,05	0,1	0,019	0,450	0,435	0,258	0,096	0,194	1/3	0,581

**Echantillons 25 à 30**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,018	0,191	0,176					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,018	0,557	0,542	0,366	0,136			
Ech 25	2,5274	0,05	0,1	0,021	0,228	0,211	0,035	0,013	0,025	1	0,025
Ech 26	2,5662	0,05	0,1	0,020	0,213	0,197	0,020	0,008	0,015	1	0,015
Ech 27	2,6507	0,05	0,1	0,021	0,387	0,370	0,194	0,072	0,136	1	0,136
Ech 28	2,6073	0,05	0,1	0,020	0,257	0,241	0,064	0,024	0,046	1	0,046
Ech 29	2,4812	0,05	0,1	0,021	0,223	0,206	0,030	0,011	0,022	1	0,022
Ech 30	2,4455	0,05	0,1	0,025	0,859	0,839	0,662	0,246	0,504	1	0,504

**Echantillons refaits avec le 2° protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,3	0,024	0,171	0,151					
Ech 25	2,5274	0,05	0,3	0,022	0,253	0,235	0,084	0,009	0,018	1	0,018
Ech 26	2,5662	0,05	0,3	0,023	0,240	0,221	0,070	0,008	0,015	1	0,015
Ech 28	2,6073	0,05	0,3	0,026	0,397	0,376	0,224	0,025	0,047	1	0,047
Ech 29	2,4812	0,05	0,3	0,033	0,240	0,213	0,062	0,007	0,014	1	0,014

Teneur en acide L lactique

**Echantillons 1 à 6**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,021	0,260	0,243					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,024	0,608	0,589	0,346	0,128			
Ech 1	2,5667	0,05	0,1	0,026	0,740	0,719	0,476	0,177	0,34	1/3	1,034
Ech 2	2,5021	0,05	0,1	0,025	0,739	0,719	0,476	0,177	0,35	1/3	1,061
Ech 3	2,4908	0,05	0,1	0,027	0,764	0,742	0,499	0,186	0,37	1/3	1,118
Ech 4	2,5081	0,05	0,1	0,026	0,703	0,682	0,439	0,163	0,33	1/3	0,976
Ech 5	2,5139	0,05	0,1	0,034	0,793	0,766	0,522	0,194	0,39	1/3	1,159
Ech 6	2,5577	0,05	0,1	0,028	0,884	0,861	0,618	0,230	0,45	1/3	1,348

**Echantillons 7 à 12**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,021	0,251	0,234					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,024	0,603	0,584	0,350	0,130			
Ech 7	2,5419	0,05	0,1	0,025	0,831	0,811	0,577	0,214	0,42	1/3	1,266
Ech 8	2,4680	0,05	0,1	0,031	0,783	0,758	0,524	0,195	0,39	1/3	1,184
Ech 9	2,5554	0,05	0,1	0,027	0,666	0,644	0,410	0,153	0,30	1/3	0,895
Ech 10	2,4939	0,05	0,1	0,024	0,942	0,923	0,689	0,256	0,51	1/3	1,540
Ech 11	2,6361	0,05	0,1	0,026	0,850	0,829	0,595	0,221	0,42	1/3	1,259
Ech 12	2,5447	0,05	0,1	0,024	0,820	0,801	0,567	0,211	0,41	1/3	1,242

**Echantillons 13 à 18**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,022	0,251	0,233					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,023	0,609	0,590	0,357	0,133			
Ech 13	2,6412	0,05	0,1	0,022	0,606	0,588	0,355	0,132	0,25	1/3	0,750
Ech 14	2,481	0,05	0,1	0,033	1,665	1,638	1,405	0,522	1,05	1/3	3,159
Ech 15	2,5215	0,05	0,1	0,023	1,062	1,043	0,810	0,301	0,60	1/3	1,792
Ech 16	2,5235	0,05	0,1	0,022	0,793	0,775	0,542	0,202	0,40	1/3	1,198
Ech 17	2,547	0,05	0,1	0,026	0,863	0,842	0,609	0,226	0,44	1/3	1,333
Ech 18	2,6114	0,05	0,1	0,026	0,920	0,899	0,666	0,248	0,47	1/3	1,422

Echantillons refaits avec le 1<sup>er</sup> protocole

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,026	0,243	0,222					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,023	0,601	0,582	0,360	0,134			
Ech 10	2,4939	0,05	0,1	0,024	0,669	0,650	0,428	0,159	0,32	1/5	1,594
Ech 14	2,481	0,05	0,1	0,026	0,553	0,532	0,310	0,115	0,23	1/5	1,162
Ech 15	2,5215	0,05	0,1	0,023	0,746	0,727	0,505	0,188	0,37	1/5	1,863

## Echantillons 19 à 24

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1 * df$	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,023	0,266	0,247					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,022	0,629	0,611	0,364	0,135			
Ech 19	2,5623	0,05	0,1	0,025	0,785	0,765	0,517	0,192	0,38	1/3	1,126
Ech 20	2,4751	0,05	0,1	0,026	0,574	0,553	0,306	0,114	0,23	1/3	0,689
Ech 21	2,5309	0,05	0,1	0,024	1,169	1,150	0,902	0,335	0,66	1/3	1,988
Ech 22	2,5440	0,05	0,1	0,024	0,976	0,957	0,709	0,264	0,52	1/3	1,555
Ech 23	2,6630	0,05	0,1	0,024	0,849	0,830	0,582	0,216	0,41	1/3	1,219
Ech 24	2,5202	0,05	0,1	0,025	0,996	0,976	0,728	0,271	0,54	1/3	1,612

**Echantillons 25 à 30**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,023	0,257	0,238					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,024	0,616	0,597	0,358	0,133			
Ech 25	2,5274	0,05	0,1	0,026	0,882	0,861	0,623	0,231	0,46	1/3	1,374
Ech 26	2,5662	0,05	0,1	0,026	0,875	0,854	0,616	0,229	0,45	1/3	1,338
Ech 27	2,6507	0,05	0,1	0,024	1,260	1,241	1,002	0,373	0,70	1/3	2,109
Ech 28	2,6073	0,05	0,1	0,025	1,288	1,268	1,029	0,383	0,73	1/3	2,202
Ech 29	2,4812	0,05	0,1	0,026	0,822	0,801	0,563	0,209	0,42	1/3	1,265
Ech 30	2,4455	0,05	0,1	0,026	0,820	0,799	0,561	0,208	0,43	1/3	1,279

**Echantillons refaits avec le 1er protocole**

	PE (g)	V extraction (l)	Vech ou Ved pour le blanc (ml)	A1	A2	$A = A2 - A1$ * df	$0,067 < \Delta A < 0,672$	0,007(0,3ml) 0,025(0,1ml) <[ac D lact]< 0,25 (g/L)	T ac D lact (g/100g)	Dilutions	
Blanc			0,1	0,022	0,251	0,233					
Standard (0,15 g/l)			0,1	0,022	0,612	0,594	0,361	0,134			
Ech 21	2,5309	0,05	0,1	0,021	0,804	0,787	0,554	0,206	0,41	1/5	2,034
Ech 22	2,544	0,05	0,1	0,023	0,678	0,659	0,426	0,158	0,31	1/5	1,557
Ech 24	2,5202	0,05	0,1	0,023	0,682	0,663	0,430	0,160	0,32	1/5	1,587
Ech 27	2,6507	0,05	0,1	0,022	0,845	0,827	0,594	0,221	0,42	1/5	2,083
Ech 28	2,6073	0,05	0,1	0,024	0,870	0,851	0,617	0,230	0,44	1/5	2,201

## Teneur en phénols

Echantillons	PE (g)	DO	T phénols (g/100g)
1	5,059	0,408	3,551
2	5,0168	0,439	3,853
3	5,0656	0,132	1,147
5	5,0433	0,056	0,489
6	5,0209	0,544	4,771
4	5,0789	0,27	2,219
7	5,0157	0,14	1,165
8	5,0085	0,208	1,734
9	5,0873	0,146	1,198
10	5,0152	0,378	3,147
11	5,0865	0,12	0,985
12	5,1008	0,228	1,990
13	5,0083	0,163	1,449
14	5,0279	0,575	5,091
15	5,0183	0,008	0,071
16	5,0726	0,025	0,219
17	5,0863	0,132	1,155
18	5,1317	0,02	0,184
19	5,0714	0,189	1,763
20	5,0077	0,015	0,142
21	5,003	0,002	0,019
22	5,0652	0,013	0,121
23	5,1976	0,012	0,109
24	5,0244	0,009	0,085
25	5,0074	0,014	0,100
26	5,007	0,007	0,050
27	5,0275	0,04	0,285
28	5,0123	0,081	0,578
29	5,0111	0,162	1,156
30	5,0371	0,022	0,156

*PE : prise d'essai*

## Indices TBARS

Echantillons	PE (g)	DO	[MDA] $\mu\text{M}$	TBA (mg/kg)
1	1,0289	0,139	0,14	0,098
2	1,0096	0,152	0,34	0,245
3	1,0047	0,179	0,77	0,549
4	1,0468	0,208	1,22	0,838
5	1,0172	1,229	17,17	12,155
6	1,0027	0,169	0,30	0,218
7	1,009	0,284	2,05	1,460
8	1,0496	0,264	1,74	1,195
9	1,0018	0,435	4,33	3,114
10	1,0558	0,314	2,50	1,705
11	1,0851	0,525	5,70	3,780
12	1,0397	0,226	1,20	0,831
13	1,195	0,233	1,31	0,788
14	1,0692	0,191	0,66	0,445
15	1,0686	0,289	2,17	1,462
16	1,1641	0,495	5,34	3,302
17	1,0034	0,068	0,89	0,641
18	1,0866	0,959	14,23	9,429
19	1,0826	0,212	1,98	1,319
20	1,0736	0,791	11,48	7,696
21	1,0205	0,213	2,00	1,411
22	1,0056	0,459	6,03	4,319
23	1,165	0,27	2,93	1,814
24	1,1006	0,433	5,61	3,668
25	1,1106	0,616	8,61	5,580
26	1,1082	0,54	7,36	4,782
27	1,0145	0,519	7,02	4,980
28	1,0141	0,241	2,46	1,746
29	1,0992	0,763	11,02	7,216
30	1,0457	1,41	21,62	14,888

*PE : prise d'essai (g)*

## ANNEXE 8

## Analyses microbiologiques

## Dénombrement FAMT

Echantillons	Résultats dénombrements										ufc/ml	ufc/g	Log ufc/g
	10-3		10-4		10-5		10-6		10-7				
1	230	231	24	-	5	4	0	0	0	0	2,31E+05	2,31E+06	6,4
2	83	78	10	6	0	0	0	0	0	0	8,05E+04	8,05E+05	5,9
3	103	102	15	11	0	0	0	0	0	0	1,05E+05	1,05E+06	6,0
4	>300	>300	37	50	4	6	0	0	0	0	4,41E+05	4,41E+06	6,6
5	>300	>300	60	70	5	7	0	0	0	0	6,45E+05	6,45E+06	6,8
6	>300	>300	>300	>300	24	26	2	2	0	0	2,45E+06	2,45E+07	7,4
7	>300	>300	>300	>300	>300	>300	33	34	0	4	3,23E+07	3,23E+08	8,5
8	>300	>300	>300	>300	134	110	13	10	0	0	1,21E+07	1,21E+08	8,1
9	>300	>300	>300	>300	>300	>300	35	33	0	8	3,45E+07	3,45E+08	8,5
10	240	285	25	31	3	4	0	0	0	0	2,64E+05	2,64E+06	6,4
11	>300	>300	>300	>300	>300	>300	30	35	0	5	3,18E+07	3,18E+08	8,5
12	>300	>300	20	30	2	0	0	0	0	0	2,48E+05	2,48E+06	6,4
13	>300	>300	>300	>300	>300	>300	38	28	5	3	3,36E+07	3,36E+08	8,5
14	59	40	6	4	0	0	0	0	0	0	4,95E+04	4,95E+05	5,7
15	>300	>300	>300	>300	113	120	6	8	0	0	1,12E+07	1,12E+08	8,1
16	>300	>300	>300	>300	123	142	12	16	0	0	1,33E+07	1,33E+08	8,1
17	145	100	14	8	0	0	0	0	0	0	1,21E+05	1,21E+06	6,1
18	>300	>300	>300	>300	221	212	26	23	2	2	2,19E+07	2,19E+08	8,3
19	119	122	11	10	0	0	0	0	0	0	1,19E+05	1,19E+06	6,1

20	>300	>300	>300	>300	>300	>300	198	208	17	22	2,02E+08	2,02E+09	9,3
21	>300	>300	>300	>300	75	80	7	8	0	0	7,73E+06	7,73E+07	7,9
22	>300	>300	>300	>300	55	72	5	6	0	0	6,27E+06	6,27E+07	7,8
23	>300	>300	>300	>300	76	70	7	7	0	0	7,27E+06	7,27E+07	7,9
24	>300	>300	>300	>300	72	57	7	6	0	0	6,45E+06	6,45E+07	7,8
25	>300	>300	>300	>300	100	90	10	12	0	0	9,64E+06	9,64E+07	8,0
26	>300	>300	>300	>300	41	38	5	8	0	0	4,18E+06	4,18E+07	7,6
27	>300	>300	>300	>300	24	27	2	3	0	0	2,55E+06	2,55E+07	7,4
28	>300	>300	198	193	20	14	0	0	0	0	1,93E+06	1,93E+07	7,3
29	>300	>300	105	125	10	13	0	0	0	0	1,15E+06	1,15E+07	7,1
30	>300	>300	>300	>300	239	250	20	25	2	0	2,43E+07	2,43E+08	8,4

 : boîtes retenues pour le calcul

Dénombrement *Escherichia coli*

Echantillons	Résultats dénombrements						ufc/ml	ufc/g	log ufc/g
	10 0		10-1		10-2				
1	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
2	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
3	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
4	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
5	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
6	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
7	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
8	4	0	0	0	0	0	2,0	20	1,3
9	1	1	0	0	0	0	1,0	10	1,0
10	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
11	5	2	0	0	0	0	3,5	35	1,5
12	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
13	>300	>300	46	59	5	6	527	5,E+03	3,7
14	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
15	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
16	9	1	1	0	0	0	5,0	50,0	1,7
17	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
18	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
19	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
20	>300	>300	1	0	0	0	5	50	1,7
21	14	7	2	1	0	0	10,5	105	2,0
22	>300	>300	141	116	10	11	1,E+03	1,E+04	4,1
23	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
24	2	0	0	0	0	0	1,0	10	1,0

---

25	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
26	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
27	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
28	0	0	0	0	0	0	< 5	<50	<0.7
29	142	119	13	16	0	0	132	1318	3,1
30	81	67	11	10	0	0	77	768	2,9

 : boîtes retenues pour le calcul

**Nom :** RATSIMBA

**Prénoms :** Angela Irène

**Titre :** Caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du kitoza de bœuf

## **RESUME**

Le kitoza est un produit traditionnel de Madagascar obtenu à partir de lanières de viande de porc ou de bœuf, généralement salées puis séchées et/ou fumées. Il est consommé avec du « vary soosa » ou du « vary amin'anana » au petit déjeuner ou au dîner. Les enquêtes menées dans la province d'Antananarivo ont révélé l'existence d'un mode de production uniquement de kitoza salé/fumé à l'échelle artisanale ou industrielle et de kitoza salé/séché et salé/fumé à l'échelon familial. Le diagramme complet des modes de fabrication des différents types de kitoza a pu aussi être établi. Au niveau des entreprises, des informations ont été obtenues entre autres sur la quantité et la fréquence de production, l'absence de problèmes et de production de commercialisation majeurs, le prix élevé du kitoza salé/fumé.

Trente kitoza, dont 15 salés/fumés et 15 salés/séchés provenant de trois zones (urbaine, périurbaine et rurale) ont été soumis à des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Du point de vue physico-chimique, la teneur moyenne en lipides des kitoza est de  $10,5 \pm 5,5$ g/100g et celle en protéines est  $25,1 \pm 23,7$ g/100g. La teneur en eau est de  $42,0 \pm 11,4$ g/100g. Les teneurs en sel des kitoza sont en moyenne de  $3,25 \pm 1,19$ g/100g et les  $A_w$  de  $0,895 \pm 0,062$ . Les kitoza qui ont une acidité titrable de  $11,9 \pm 2,8$  meq/100g, ont un pH moyen de  $5,79 \pm 0,22$ . Ils contiennent  $0,095 \pm 0,156$ g/100g d'acide D-lactique et  $1,32 \pm 0,36$ g/100g d'acide L-lactique. Pour les kitoza fumés, la teneur moyenne en phénols totaux est de  $2,30 \pm 1,44$ mg/100g tandis que celle des kitoza séchés est de  $0,30 \pm 0,40$ mg/100g. La valeur moyenne des indices TBARS est de  $3,39 \pm 3,68$ mg/kg.

Les analyses microbiologiques ont montré que la concentration des germes d'altération et indicateurs d'hygiène (FAMT) était significativement plus élevée pour les kitoza salés/séchés par rapport aux kitoza salés/fumés. La concentration en *E. coli* est satisfaisante et aucun germe pathogène (*Salmonella*) n'a été détecté pour les deux types de kitoza.

**Mots clés :** Kitoza, viande, caractéristiques physico-chimiques, qualité microbiologique

**Encadreurs :** Docteur RAKOTO Danielle Aurore Doll

Docteur ARNAUD Elodie

**Name :** RATSIMBA

**Firstname :** Angela Irène

**Title:** Physico-chemical and microbiological characteristics of beef kitoza

## SUMMARY

Kitoza is a traditional product of Madagascar made from strips of beef or pork, generally salted and then dried and/or smoked. It is consumed with « vary sosoa » or with « vary amin'anana » for breakfast or dinner.

The surveys which were carried out in the province of Antananarivo revealed that unique production methods exist for salted/smoked kitoza on an artisanal or industrial scale and for salted/dried and salted/smoked kitoza at family level. The complete diagram of the manufacturing methods of the different types of kitoza could also be established. At company level, information was obtained amongst others on the amount and the frequency of production, the absence of major production and commercialisation problems, the high price of salted/smoked kitoza.

Thirty pieces of kitoza, of which 15 were salted/smoked and 15 salted/dried, from three zones (urban, peri-urban and rural) were submitted for physico-chemical and microbiological analyses.

From a physico-chemical viewpoint the average lipid content of kitoza is  $10.5 \pm 5.5$ g/100g and of protein is  $25.1 \pm 23.7$ g/100g. The moisture content is  $42.0 \pm 11.4$ g/100g. The salt content is  $3.25 \pm 1.19$ g/100g and the Aw is  $0.895 \pm 0.062$  on average. Kitoza which had a titratable acidity of  $11.9 \pm 2.8$  meq/100g, had an average pH of  $5.79 \pm 0.22$ . It contained  $0.095 \pm 0.156$ g/100g D-lactic acid and  $1.32 \pm 0.36$ g/100g L-lactic acid. Smoked kitoza had an average of  $2.30 \pm 1.44$ mg/100g total phenols, while dried kitoza had  $0.30 \pm 0.40$ mg/100g. The average value of the TBARS indices is  $3.39 \pm 3.68$ mg/kg.

Microbiological analyses showed that the organisms of alteration and hygiene indicators (FAMT) were significantly increased in salted/dried kitoza compared to salted/smoked kitoza. The concentration of *E.coli* is satisfactory and no pathogenic organism (*Salmonella*) was detected for the two types of kitoza.

**Keywords:** Kitoza, meat, physico-chemical characteristics, microbiological quality

**Advisors:** Doctor RAKOTO Danielle Aurore Doll

Doctor ARNAUD Elodie