



Qualité sensorielle des variantes de kilichi produites au Niger

Technologie de production de trois variantes de kilichi du Niger et évaluation des variabilités sensorielles entre consommateurs.

Mots clés : Viande, Kilichi, Technologie, Sensorielle, Typologie

Auteurs : Almou Abdoulaye Alio¹, Aminou Illia Maman Nafiou⁴, Alio Sanda Abdel-Kader², Rabiou Maman Moustapha³, Sabo Haoua Seini¹, Sadou Hassimi¹

¹Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques, département de chimie, Laboratoire de Nutrition et Valorisation des Agro-Ressources (LNVA), Niamey, Niger

²Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques ; Département de Biologie, Laboratoire de Gestion et Valorisation de la Biodiversité au Sahel Niamey, Niger

³Université Dan Dicko Dankoulodo, Faculté des Sciences et Techniques, département de biologie, Maradi, Niger

⁴Université Boubacar Ba de Tillabéri, Facultés des Sciences et Technologies AgroAlimentaires, Tillabéri, Niger

Cette étude évalue un savoir-faire traditionnel du Niger, la transformation de la viande en kilichi qui est en voie de professionnalisation et d'industrialisation. Elle montre que la qualité sensorielle de kilichi (notamment les paramètres gustatifs) est dépendante des ingrédients utilisés pour l'enrobage des lanières de viande.

Résumé :

La transformation de la viande en kilichi est une activité économique au Niger conduite par des professionnels de la viande sur l'ensemble du territoire national, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. La présente étude a pour objectif général de décrire la technologie de production du kilichi et de définir les caractéristiques sensorielles de différentes variantes. A cet effet, les différentes variantes de kilichi du Niger ont été inventoriées et les caractéristiques organoleptiques ont été étudiées. Trois variantes du kilichi sont présentes dans toutes les régions d'étude : kilichi simple appelé localement « rumzu » ou « dan kalambé », kilichi à pâte d'arachide « Fari » et kilichi à pâte d'arachide avec jawa 'Ja' ou 'maiyagi'. Deux analyses sensorielles (avec deux panels de consommateurs) ont été effectuées : test hédonique et test de préférence (test de classement) pour apprécier trois attributs sensoriels (couleur, texture et goût). Il est ressorti des différentes analyses que les techniques de production des différentes variantes ont certains points technologiques en commun. Le principal facteur de différenciation entre les variantes réside dans la nature de l'enrobage : soit une pâte d'arachide associée aux épices, soit une pâte d'arachide combinée aux épices et au « Jawa » (colorant rouge). Les tests sensoriels ont montré que le goût et la texture sont les principaux critères sensoriels d'appréciation du kilichi dans cette étude.

Abstract: Sensory quality of several varieties of kilichi produced in Niger.

The processing of meat into kilichi is an economic activity in Niger carried out by meat professionals throughout the country, in both rural and urban areas. The overall objective of this study is to describe the production technology of kilichi and to define the sensory characteristics of different variants. To this end, the various variants of kilichi in Niger were catalogued and their organoleptic characteristics were studied. Three varieties of kilichi are found in all study regions: plain kilichi, locally known as 'rumzu' or 'dan kalambé'; kilichi with peanut paste ('Fari'); and kilichi with peanut paste and jawa ('Ja' or 'maiyagi'). Two sensory analyses (involving two consumer panels) were carried out: a hedonic test and a preference test (ranking test) to assess three sensory attributes (colour, texture and taste). The various analyses revealed that the production techniques for the different variants share certain technological features. The main factor differentiating the variants lies in the nature of the coating: either a peanut paste combined with spices, or a peanut paste combined with spices and 'Jawa' (red food colouring). The sensory tests showed that taste and texture are the main sensory criteria for evaluating kilichi in this study.

I. INTRODUCTION

Le Niger est un pays agro-sylvo-pastoral où l'élevage, activité traditionnelle pratiquée depuis des siècles, est exercé par près de 87 % de la population comme principale source de revenus ou en complément de l'agriculture (Sabo *et al.*, 2018). L'élevage contribue ainsi à hauteur de 13% au PIB national. Son apport est en moyenne de 15% au revenu des ménages et de 25% à la satisfaction des besoins alimentaires des populations nigériennes. L'élevage permet à la population d'obtenir certains produits et aliments tels que le lait, le fromage, le beurre, la viande, etc.

La viande est l'un des aliments les plus consommés et les plus nutritifs provenant de la chair des animaux (Forrest *et al.*, 2001). Elle joue un rôle important dans le régime alimentaire humain en raison de sa richesse nutritionnelle (MRA, 2013 ; Tiendrebeogo *et al.*, 2021). C'est une source précieuse de protéines, de fer, de vitamine du groupe B, de zinc, de sélénium et de phosphore. C'est un aliment hautement périssable en raison de l'abondance d'un certain nombre de nutriments (protéines, Fer, Zinc, Vitamine B12 etc.) (qui favorisent la croissance et la multiplication des micro-organismes (Iheagwara, 2016).

Au fil des décennies, l'homme a développé un certain nombre de techniques de transformation de la viande qui permettent de maintenir sa stabilité et augmenter sa durée de conservation tout en possédant une valeur nutritive adéquate et une saveur souhaitable (Ogbonnaya et Imodiboh, 2009 ; Apata *et al.*, 2013). Il existe deux types de transformation dans la filière bétail-viande, à savoir la transformation primaire et la transformation secondaire. La transformation primaire consiste à abattre les animaux pour produire de la

viande fraîche (Tiendrebeogo *et al.*, 2021). L'une de ces techniques est la transformation de la viande en fines lanières de viande séchées, appelée localement kilichi. Le kilichi est un produit carné séché. Il est préparé à partir de fines lanières de viande (d'épaisseur égale à 0,2 à 0,5 cm), séchées au soleil (Boufaroua et Ghedeir, 2018), puis infusées ou pas dans une préparation de pâte d'arachide dégraissée et d'épices, et séchées au soleil (Idowu *et al.*, 2010). Cependant, la transformation de la viande en kilichi nécessite l'utilisation de viande fraîche telle que le bœuf, l'agneau, le mouton, la chèvre ou d'autres chairs / muscles d'animaux en combinaison avec la pâte à gâteau aux arachides dégraissée localement, des épices et des condiments dans le mélange (Mgbemere *et al.*, 2011).

Au Niger, le kilichi est une technologie traditionnelle maîtrisée, qui représente un symbole du patrimoine culturel et de l'identité nationale et jouit d'une reconnaissance au-delà des frontières nationales (Sabo *et al.*, 2018). Le kilichi est très apprécié par les consommateurs nigériens qui s'en procurent en fonction de leurs moyens. En dehors du Niger, le kilichi fait l'objet d'une forte demande, certains consommateurs recourant à leur réseau de connaissances pour en commander directement depuis le Niger. C'est un produit alimentaire qui fait la fierté des nigériens, car c'est l'un des cadeaux précieux et authentiques du terroir que les Nigériens aiment offrir aux citoyens des autres pays lors de leurs voyages. L'objectif de cette étude est d'inventorier les différentes variantes de kilichi produites au Niger et de définir leurs caractéristiques sensorielles.

II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Matériel biologique

La matière première la plus utilisée est la viande de bovins. Elle provient essentiellement des muscles de la cuisse et de l'épaule. La préférence des bouchers transformateurs de kilichi porte sur le mâle en bon état d'engraissement. La viande de la race bovine azawak est recherchée pour son bon rendement et la qualité de sa chair.

II.2. Techniques de production de kilichi

La Figure 1 présente les différentes étapes de production de trois variantes de kilichi.

II.3. Prélèvements

Les zones de production du kilichi étaient connues d'avance et le choix a été fait en fonction de la disponibilité du producteur et la coïncidence de sa

L'ingrédient principal utilisé est la sauce préparée à partir de tourteaux d'arachides, d'eau, de sel, d'exhausteur de goût de type glutamate monosodique (MSG) et de diverses épices. Parmi les épices, on peut citer le gingembre, l'oignon, le clou de girofle, le poivre noir, le piment rouge, la fausse noix de muscade, poivre noir, anis, ail, soumbala, gingembre, et colorant rouge ou Rocou (Jawa = *Bixa orellana*).

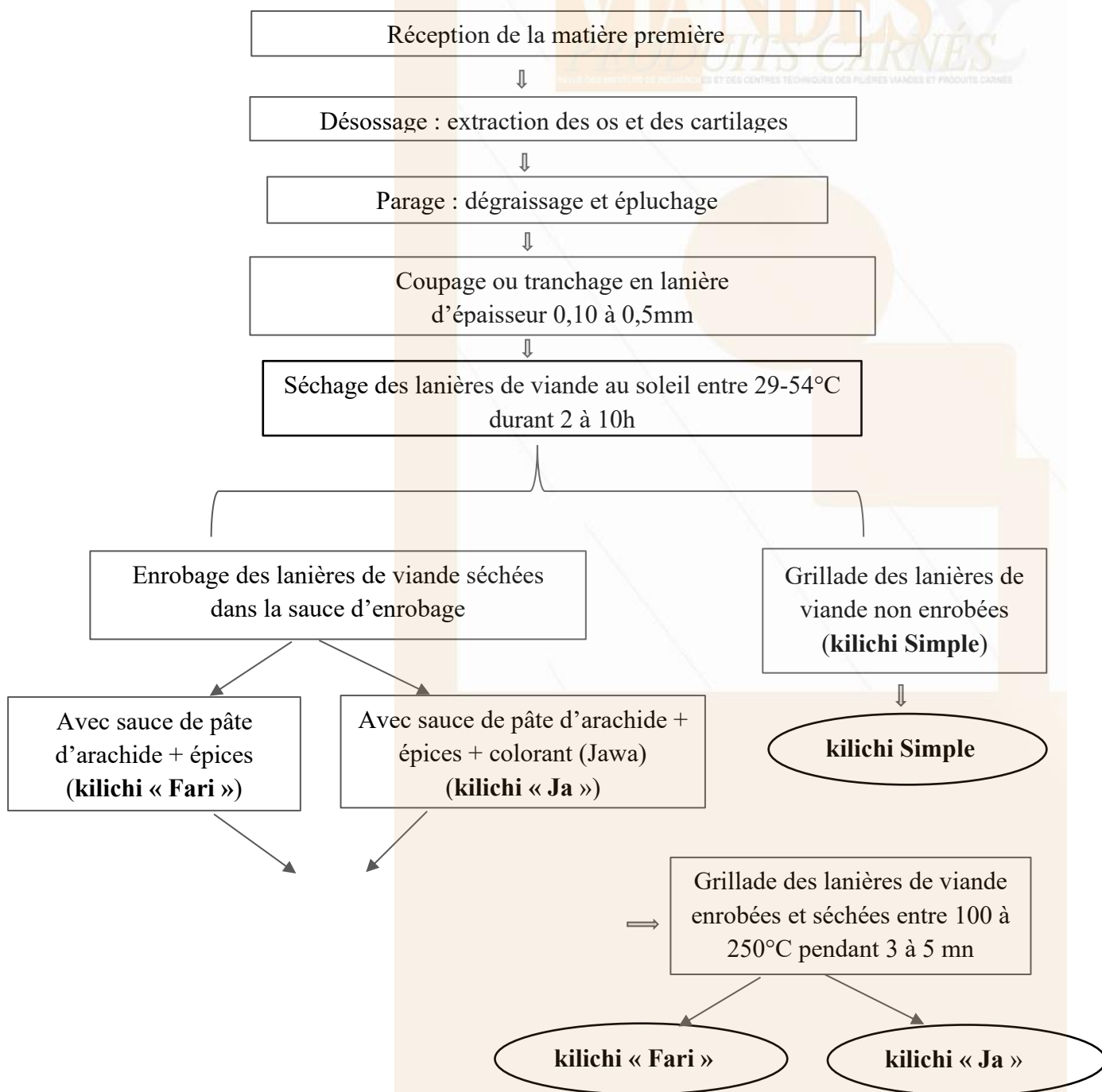
Ces étapes sont regroupées en diagramme.

production à notre passage. Les producteurs sont informés des principes de l'étude ainsi que ses exigences. Au total, vingt-cinq échantillons des

kilichis ont été prélevés dans les régions de Maradi, Niamey, Tahoua et Zinder. Les échantillons ont été prélevés directement de la quantité totale produite juste après la grillade, puis introduits dans un sachet stérile en plastique et enfin emballés dans des cartons

pour le transport et l'acheminement au laboratoire de Nutrition et Valorisation des Aliments (LNVA) du département de chimie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'université Abdou Moumouni Niamey.

Figure 1. Diagramme de production des différentes variantes de Kilichi



II.4. Analyse sensorielle

L'objectif essentiel de l'analyse sensorielle est d'aider à traduire les désirs et les préférences des consommateurs en propriétés tangibles et bien définies pour un produit donné, en partant du postulat qu'une partie des sensations est structurée par les préférences. En comparant et analysant les caractéristiques des

produits que les consommateurs aiment ou n'aiment pas, l'analyse sensorielle contribue à en saisir les aspects positifs et négatifs pour les adapter ultérieurement afin de répondre aux goûts des consommateurs (Fethi, 2015).

II.4.1. Test hédonique

Le test hédonique a été réalisé selon la norme AFNOR NF V09-500 Décembre (2012). L'objectif de ce test est d'apprécier trois aspects du kilichi (la couleur, la texture et le goût) des différentes variantes du kilichi prélevées dans différentes localités du Niger. Le test a consisté à servir, pour chaque région, 5 g de chacune des trois variantes de kilichi (kilichi simple, kilichi « Fari » et kilichi « Ja »). Les échantillons ont

été présentés simultanément aux dégustateurs. Le panel était composé de 40 dégustateurs naifs âgés de 20 à 30ans. Comme toute analyse sensorielle, un test hédonique implique l'utilisation d'une échelle. A cet effet, une échelle structurée a été utilisée pour cette étude allant de 1 (extrêmement mauvais) à 7 (excellent).

Tableau I. Echelle numérique utilisé pour apprécier les paramètres sensoriels de trois variantes de kilichi

1	2	3	4	5	6	7
Extrêmement mauvais	Très mauvais	Mauvais	Ni bon ni mauvais	Bon	Très bien	Excellent

II.4.2. Test de préférence

Les tests de préférence ont pour objectif de déterminer un classement de préférence entre les produits dégustés. Ils visent à capturer le statut hédonique d'un ou plusieurs produits dans le but de les comparer. Pour cela, il est demandé aux sujets de noter les produits présentés généralement successivement, sur une échelle d'intervalle structurée numériquement.

Le test a consisté à servir, pour chaque région, 5 g de chacune des trois variantes de kilichi (kilichi simple, kilichi « Fari » et kilichi « Ja »). Les échantillons ont été présentés simultanément aux dégustateurs. Le panel était composé de 30 dégustateurs, peu entraînés mais préalablement formés.

II.4.3. Analyse statistique

Les données d'analyses sensorielles ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel/2016, SPSS version 23 et R version 4.5.1. Après le test sensoriel, les données collectées ont été saisies sur le logiciel Excel. Les moyennes, les écarts types associés et l'analyse de la variance ANOVA (avec test de Tukey, au seuil de 5%, afin d'étudier d'une part le lien entre les variantes de kilichi de plusieurs régions et les attributs sensoriels et d'autre part le classement global

des variantes) ont été réalisés sur logiciel SPSS. Pour mieux identifier les différences sensorielles et définir la typologie sensorielle, une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a été réalisée. La CAH est une méthode qui permet de constituer des groupes homogènes. Celle-ci a été effectuée selon la méthode de Ward comme méthode d'agrégation à l'aide de logiciel R.

III. RESULTAT

III.1. Technologie de production de kilichi

La production de kilichi au s'est fait en huit étapes de la réception de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini (Figure 1) :

- **Etape 1** : la réception de la matière première est une opération qui a consisté à collecter les viandes destinées à la production du kilichi. La matière première la plus utilisée est la viande de bovins. Elle provient essentiellement des muscles de la cuisse et de l'épaule.
- **Etape 2** : le désossage : c'est l'extraction des os et des cartilages dans le cas de la production du kilichi, le désossage est total. La matière première est livrée aux producteurs sous forme de carcasse.
- **Etape 3**. Le parage est un ensemble d'opérations de la préparation de la viande destinée à améliorer, à des fins commerciales, l'aspect des viandes. Il

existe deux types de parage : le parage normal et le parage par défaut d'aspect. On distingue deux types de parage : le parage normal et le parage lié aux défauts d'aspect. Il se réalise en deux étapes principales : le dégraissage, qui consiste à éliminer la matière grasse entourant les muscles, et l'épluchage, qui vise à retirer les tendons et les aponévroses des muscles.

- **Etape 4. La coupe en fine lanière de viande** ou le tranchage : La viande parée obtenue après l'opération de parage est coupée en lanières de quelques mm de longueur et de 0,5 à 1 mm d'épaisseur à l'aide d'un couteau sur une table en bois.
- **Etape 5**. Le séchage primaire des lanières de viande : c'est une opération qui a pour but de

réduire considérablement l'humidité avant l'assaisonnement. Les lanières de viande obtenues après l'opération de la coupe en lanière sont exposées directement aux rayonnements solaires sur des nattes en tiges de mil pour éviter les poussières. Elles sont retournées périodiquement pour présenter les deux faces au soleil entre 29-54°C et à une humidité relative de 21- 61,75% durant 2h à 10h.

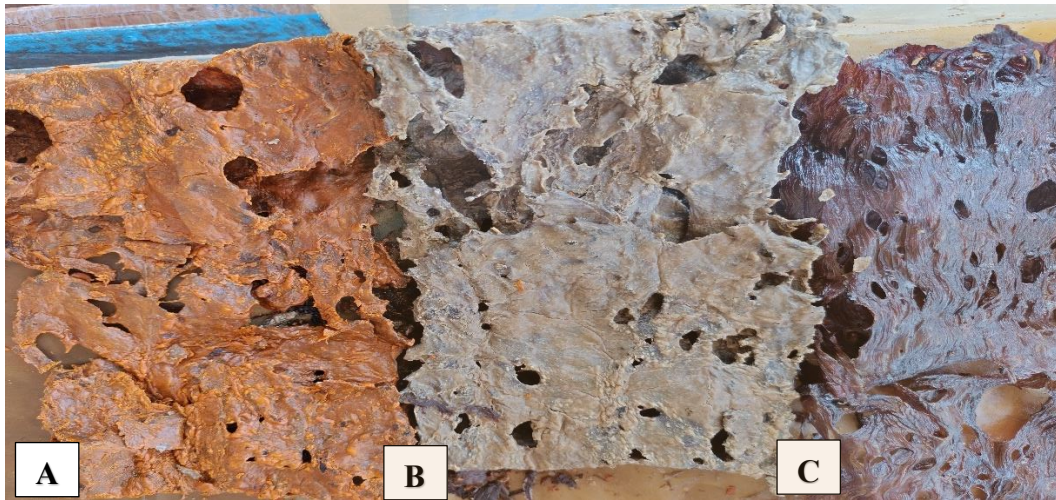
- **Etape 6.** L'enrobage : c'est une opération qui consiste à induire les lanières de la viande séchées dans une sauce d'enrobage. Il s'agit d'une infusion qui varie selon les producteurs et peut aller d'une dizaine de minutes à une heure. Cette étape concerne seulement les kilichis « Ja » et « Fari ». L'enrobage de Kilichi « Fari » se fait avec une sauce de pâte d'arachide et épices et le kilichi « Ja » avec une sauce de pâte d'arachide, des épices et du colorant « Jawa ».
- **Etape 7.** Elle consiste à sécher les lanières de la viande trempées dans la sauce d'enrobage. Ce deuxième séchage est conduit dans des conditions similaires à celles du séchage primaire.
- **Etape 8.** La grillade ou rôtissage : Les lanières de viande enrobées sont disposées sur une grille

déposée au-dessus d'un feu de bois à des températures de 100°C à 250°C pendant 3 à 5 minutes, tout en prenant soin de retourner les lanières constamment pour éviter de brûler la viande. Cette opération favorise une adhérence ferme de la sauce aux lanières ainsi que le développement de l'arôme caractéristique du kilichi. En outre, elle permet d'abaisser davantage le taux d'humidité du kilichi (8 à 10%) et de contribuer à inactiver les éventuels germes microbiens résiduels présent dans le kilichi.

A l'issue de ces différentes étapes, trois variantes sont produites. Elles diffèrent par la réalisation ou non d'un enrobage avec la pâte d'arachide et l'utilisation ou non d'un colorant. Les caractéristiques des différentes variantes sont :

- **kilichi simple ou rumzu :** une variante non enrobée ;
- **kilichi « Fari » :** une variante enrobée avec la sauce de pâte d'arachide contenant des épices ;
- **kilichi « Ja » :** une variante enrobée avec la sauce de pâte d'arachide contenant des épices et du Jawa (Colorant = Rouge). « Ja » = rouge et « Fari » = blanc.

Photo 1 : Image de trois variantes des kilichis, A : kilichi « Ja » ; B : kilichi « Fari » ; C : kilichi simple



III.2. Caractéristiques sensorielles des variantes de kilichi

Les résultats du premier test sensoriel (test hédonique) a permis d'estimer l'appréciation portée par les consommateurs aux différents types du kilichi en fonction de leurs caractéristiques organoleptiques (couleur, goût et texture). Les scores moyens de chaque attribut sensoriel sont présentés dans le Tableau 1. La couleur est le premier critère d'appréciation de la viande par le consommateur. Il ressort de ces résultats que les trois variantes du kilichi étudiées sont caractérisées par des couleurs différentes : la couleur brun foncé pour le kilichi simple (KS), la couleur blanchâtre pour le kilichi à

pâte d'arachide et épices (KF) et la couleur rouge pour le kilichi à pâte d'arachide avec épices et « Jawa » (KJ). A l'issue de l'appréciation de la couleur de ces trois variantes de kilichi, les scores moyens obtenus varient de $4,70 \pm 1,13$ à $5,68 \pm 0,95$, ce qui correspond respectivement à une couleur moyenne ou très bonne. La différence est non significative au seuil de 5% pour la couleur du kilichi en fonction de la zone de production (p -Value= 0,096).

De plus, les résultats révèlent que la texture du kilichi simple de Niamey est plus appréciée par les panelistes ($5,60 \pm 1,35$). Il ressort de ce test une

relation significative entre la texture du kilichi et la zone de production (P-Value= 0,045). Les sensations gustatives sont perçues pour l'essentiel au niveau de la langue, par les papilles gustatives. Ces papilles contiennent pour la plupart des bourgeons du goût, qui sont des petites unités en forme de ballon évasé, constituées de plusieurs cellules gustatives. Le goût du

kilichi « Ja » de Niamey a obtenu le meilleur score ($5,78 \pm 1,30$), suivi du kilichi « Ja » de Zinder ($5,74 \pm 1,15$), puis le kilichi « Ja » de Maradi ($5,72 \pm 1,18$). Il ressort de cette étude une relation significative entre le goût du kilichi et la zone de transformation (p-Value= 0,029).

Tableau 1. Caractéristiques sensorielles des différentes variantes de kilichi

Type de kilichi	Moyenne \pm Ecart-type		
	Couleur	Texture	Goût
KSM	4,93 \pm 1,30 ^a	4,74 \pm 1,48 ^{ab}	4,67 \pm 1,27 ^{ab}
KSN	5,30 \pm 0,94 ^a	5,60 \pm 1,35 ^{ab}	5,20 \pm 1,55 ^{ab}
KST	4,70 \pm 1,13 ^a	5,10 \pm 1,17 ^{ab}	4,75 \pm 1,41 ^{ab}
KSZ	4,77 \pm 0,93 ^a	5,17 \pm 1,02 ^{ab}	5,13 \pm 1,01 ^{ab}
KFM	4,75 \pm 1,14 ^a	4,43 \pm 1,29 ^b	4,93 \pm 1,18 ^{ab}
KFN	4,70 \pm 1,16 ^a	5,30 \pm 1,06 ^{ab}	5,30 \pm 1,49 ^b
KFT	5,00 \pm 1,05 ^a	5,2 \pm 0,92 ^{ab}	5,30 \pm 1,70 ^{ab}
KFZ	4,91 \pm 1,22 ^a	4,73 \pm 1,20 ^{ab}	5,36 \pm 1,21 ^{ab}
KJM	4,94 \pm 1,25 ^a	4,72 \pm 1,17 ^{ab}	5,72 \pm 1,18 ^{ab}
KJN	5,67 \pm 1,66 ^a	5,33 \pm 1,32 ^{ab}	5,78 \pm 1,30 ^{ab}
KJT	5,68 \pm 0,94 ^a	5,59 \pm 0,85 ^{ab}	5,69 \pm 1,21 ^b
KJZ	5,26 \pm 0,99 ^a	4,58 \pm 1,16 ^a	5,74 \pm 1,15 ^{ab}
P-value	0,096	0,029	0,045

KSM : Kilichi Simple Maradi ; **KSN** : Kilichi Simple Niamey ; **KST** : Kilichi Simple Tahoua ; **KSZ** : Kilichi Simple Zinder ; **KFM** : Kilichi Fari Maradi ; **KFN** : Kilichi Fari Niamey ; **KFT** : Kilichi Fari Tahoua ; **KFZ** : Kilichi Fari Zinder ; **KJM** : Kilichi Ja Maradi ; **KJN** : Kilichi Ja Niamey ; **KJT** : Kilichi Ja Tahoua ; **KJZ** : Kilichi Ja Zinder.

L'analyse du dendrogramme réalisé à partir des moyennes des caractéristiques sensorielles en utilisant la Classification Ascendante Hiérarchique (CHA) selon la méthode de Ward a permis d'identifier trois groupes distincts (**Figure 2**) de kilichis selon leurs profils sensoriels. Le groupe 1 (G1) se caractérise par la présence de tous les échantillons de la variante kilichi simple (KS), accompagnée de la variante kilichi « Fari » (KF) et seulement le kilichi « Fari » de Zinder (KFZ) est absent. Le deuxième groupe est composé du kilichi « Ja » de Zinder et Maradi (KJZ et KJM) et du kilichi « Fari » de Zinder. Enfin, le groupe 3 (G3) se distingue par la présence de kilichi « Ja » de Niamey et Tahoua (KJN et KJT).

L'analyse de la **Figure 3** présentant la distribution des variables selon les clusters, montre que le cluster 1 (G1) présente des valeurs moyennes de couleur et de goût légèrement inférieures à celle des autres groupes

et une texture moyenne avec une certaine dispersion, indiquant une hétérogénéité entre les échantillons. Ce cluster regroupe donc des échantillons à profil sensoriel intermédiaire, sans caractéristique dominante nette. Le cluster 2 (G2) se caractérise par une couleur légèrement plus intense que le cluster 1, un goût nettement plus élevé, ce qui montre que les produits de ce groupe sont les mieux appréciés sur le plan gustatif avec une texture un peu faible par rapport aux autres clusters. Ce cluster correspond donc à des échantillons à bon goût et une mauvaise texture. Enfin le cluster 3 (G3) se distingue par des valeurs de texture, couleur et goût très élevées par rapport aux 2 autres groupes. Les échantillons de ce groupe se caractérisent par une bonne qualité texturale et gustative (c'est-à-dire que ce cluster est jugé meilleur sur le plan sensoriel).

Figure 2. Classification Hiérarchique Ascendante des caractéristiques sensorielles de kilichi selon trois clusters (G1 en rouge, G2 en jaune et G3 en bleu)

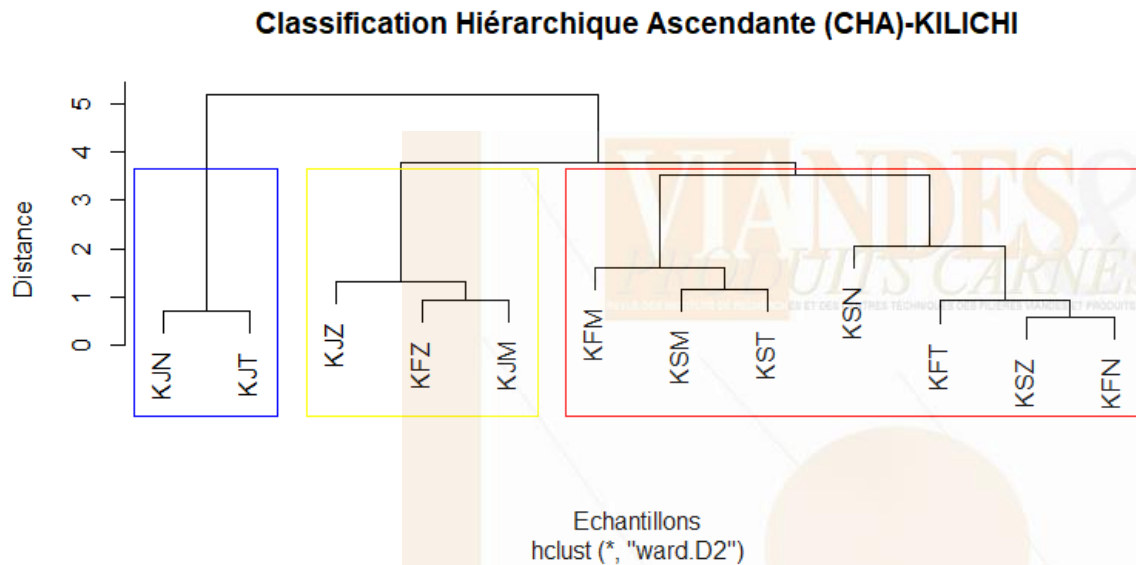
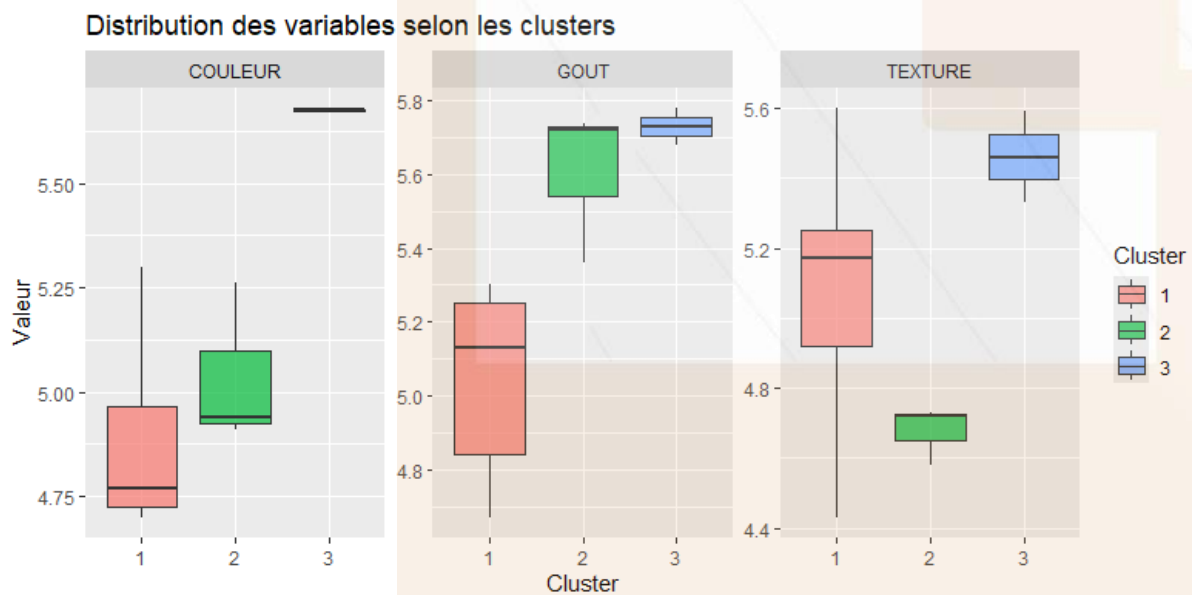


Figure 3. Dispersion des variables sensorielles selon les clusters



Le score sensoriel global des différentes variantes de kilichi est présenté sur la **Figure 4**. L'analyse de cette figure montre que la variante kilichi « Ja » a le meilleur score global pour la couleur et le goût et la variante Simple le meilleur score global pour la texture. La différence de goût entre les variantes est hautement significative et celle de la couleur faiblement significative. La différence de texture n'est pas significative.

La comparaison multiple des moyennes des attributs sensoriels réalisées à l'aide du test de Tukey après l'ANOVA (**Figure 5**) révèle que les différences entre goût, couleur et texture restent globalement non significatives, car la majorité des intervalles englobe zéro. Cela suggère une homogénéité sensorielle

générale entre ces descripteurs pour les produits évalués, même si quelques tendances se dessinent pour les variables Goût et Texture.

Pour la comparaison des produits entre eux, les différences de goût entre les produits sont plus importantes que celles observées pour la couleur. En effet, les intervalles de confiance pour ces deux variables n'incluent pas toujours la valeur zéro, traduisant des différences significatives (K. « Fari » K. « Ja » et K. Simple_K. « Ja »). A l'inverse la couleur présente des intervalles centrés autour de zéro, indiquant une homogénéité entre les échantillons. Ces résultats confirment que le goût et la texture constituent les principaux critères de différenciation sensorielle entre les produits évalués.

Figure 4. Scores sensoriels des différentes variantes des kilichis

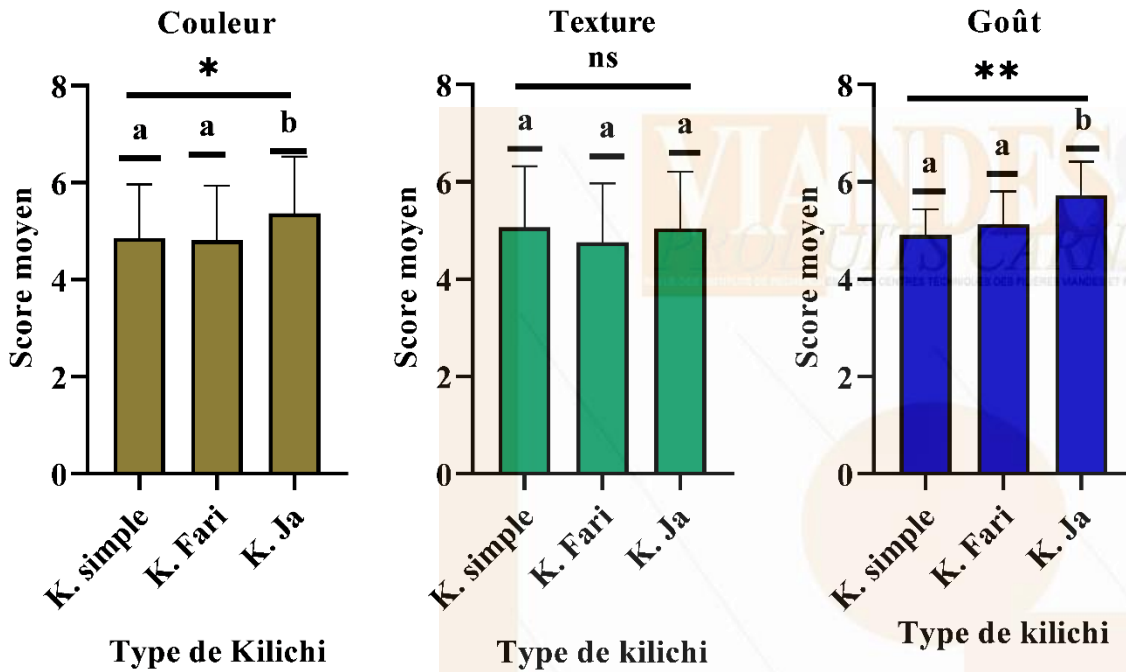
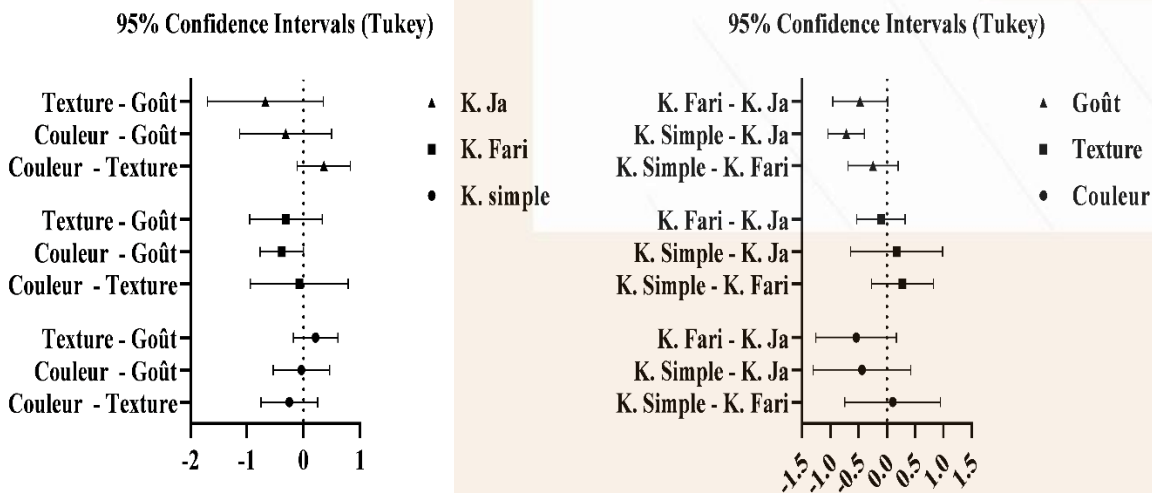


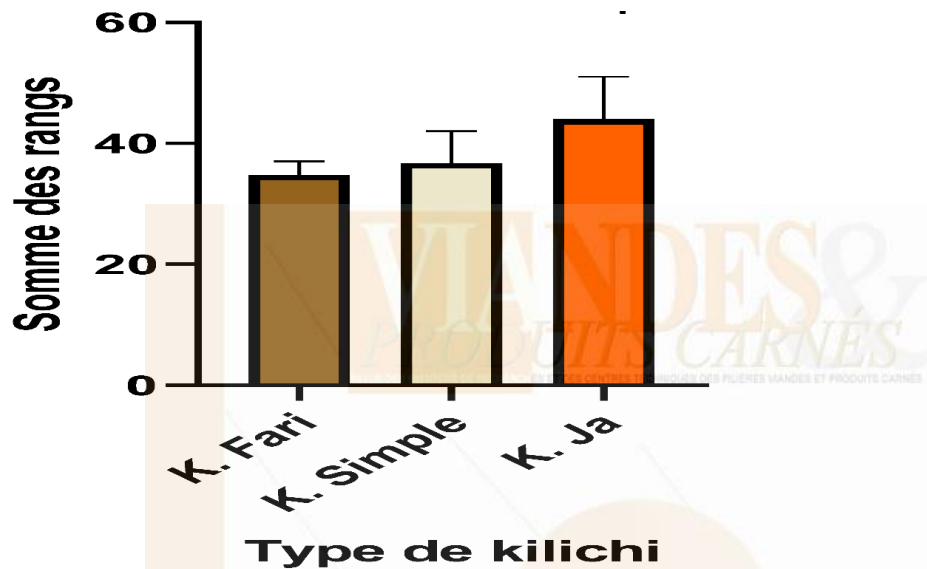
Figure 5. Intervalles de confiance des différences de scores sensoriels d'après le test de d'ANOVA



Pour mieux évaluer la perception du paneliste et bien caractériser la typologie sensorielle des différentes variantes de kilichi, un test de préférence (test de classement) a été effectué. Il a consisté à demander aux sujets de goûter tous les échantillons du kilichi des différentes zones et des différentes variantes, qui leur sont présentés, et de les hiérarchiser selon le plaisir qu'ils ont eu en le dégustant, en fonction de leur caractère agréable. La **Figure 6** présente les sommes de rangs des différents

classements effectués par les dégustateurs. L'analyse des résultats de ce test révèle que les panelistes préfèrent K. « Fari » (avec une somme de rang moyenne de $34,7 \pm 2,25$), suivi de la variante K. Simple (une somme de rang moyenne de $36,75 \pm 5,25$) et enfin K. « Ja ». Plus la somme des rangs est petite, plus le produit est aimé par les panelistes. Ces résultats confirment que la couleur ne constitue pas un critère sensoriel de préférence des différentes variantes de kilichi dans la présente étude.

Figure 6. Test de préférence



IV. DISCUSSION

La présente étude a porté sur l'évaluation des qualités organoleptiques de trois types de kilichi du Niger (kilichi simple, kilichi « Ja » et kilichi « Fari »), produit carné traditionnel élaboré principalement à partir de viande. Les résultats relatifs à la technologie de production montrent que les principales espèces animales de boucherie consommées bovins, camelins, ovins et caprins peuvent être abattues et utilisées pour la fabrication du kilichi. Cette diversité des matières premières met en évidence la flexibilité du procédé technologique ainsi que sa capacité d'adaptation aux ressources animales localement disponibles. Ces observations concordent avec celles rapportées dans la littérature. En effet, plusieurs travaux ont montré que le kilichi peut être produit à partir de viande de mouton ou de chèvre, mais également à partir d'escalopes de poulet de chair ou de filets de poisson (Prabbakaran *et al.*, 2013 ; Jega *et al.*, 2013 ; Bella *et al.*, 2015 ; Ndith *et al.*, 2018). Ainsi, bien que traditionnellement associé à certaines espèces, le kilichi apparaît comme un produit transformé pouvant être élaboré à partir de diverses sources protéiques. Cependant, pour des raisons liées à la qualité du produit final et à la rentabilité économique, les professionnels privilégient la viande bovine. Cette préférence s'explique notamment par ses caractéristiques technologiques et organoleptiques favorables à la transformation en kilichi. Des résultats similaires ont été rapportés dans la littérature, indiquant que les transformateurs de kilichi privilégient les viandes de première et de deuxième catégories, prélevées principalement au niveau du quartier arrière et du quartier avant du bœuf (Ogunsola et Omjola, 2008 ; Ndih *et al.*, 2018). Ces morceaux, reconnus pour leur tendreté et leur faible teneur en collagène, permettent d'obtenir un kilichi plus agréable à la mastication et présentant une meilleure qualité gustative (Ndih *et al.*, 2018).

Les résultats de la présente étude indiquent qu'au Niger, les bouchers-transformateurs de kilichi privilégient majoritairement les mâles présentant un bon état d'engraissement, en raison de leur rendement carcasse et de la qualité technologique de la viande. Néanmoins, les femelles hors d'âge, lorsqu'elles présentent un état d'engraissement satisfaisant, constituent également une matière première acceptable pour la production de kilichi.

Les trois variantes de kilichi étudiées diffèrent selon le séchage et l'assaisonnement. Ainsi, la variante simple correspond à la forme plus basique du produit obtenu par séchage direct des fines lanières sans enrobage. La variante « Fari » est obtenue après l'enrobage des fines lanières de viandes avec une sauce à base de pâte d'arachide et épices. Enfin, la variante « Ja » qui diffère de la variante « Fari » par l'ajout d'un colorant traditionnel rouge (Jawa) en plus de la pâte d'arachide et d'épices. Des observations similaires ont été rapportées par Musonge *et al.* (1993), Badau *et al.* (1997) et Kalilou *et al.* (1998), qui soulignent également l'influence des procédés de séchage et de formulation de l'enrobage sur les caractéristiques du produit final.

Trois attributs sensoriels ont été étudiés à savoir la couleur, le goût et la texture. La couleur est chronologiquement, le premier critère d'appréciation de la viande par le consommateur. Les trois variantes du kilichi étudiées sont caractérisées par des couleurs différentes : la couleur brun foncé pour le kilichi simple, la couleur blanchâtre pour le kilichi « Fari » et la couleur rouge pour le kilichi « Ja ». La différence de couleur selon les produits est non significative. Cela montre une homogénéité dans la manière d'appréciation de couleur par les dégustateurs. Outre la couleur, la texture est définie selon l'ISO 5492, comme l'ensemble des propriétés mécaniques,

géométriques et des surfaces d'un produit perceptible par les mécanorécepteurs, les récepteurs tactiles et éventuellement, par les récepteurs visuels et auditifs. La perception de la texture est donc polysensorielle impliquant la somesthésie, la vision et l'audition. La texture se réfère aux qualités des aliments qui peuvent être senties avec les doigts, la langue, le palais, ou les dents. C'est également un indice de qualité. La texture constitue un élément essentiel de la tendreté de la viande. Le kilichi simple de Niamey (KSN) a obtenu le meilleur score sensoriel pour la texture par rapport aux autres kilichis. Pour tous les échantillons, toutes variantes confondues, la variante kilichi « Ja » a obtenu le plus grand score pour la couleur et le goût. Cela serait lié à l'assaisonnement par des épices, la pâte d'arachide ainsi que la couleur apportée par le colorant alimentaire traditionnel utilisé : le Jawa. Cette conclusion est en accord avec l'affirmation de (Iheagwara et okonkwo, 2016), qui ont affirmé que le niveau d'inclusion des épices utilisées lors de la production du kilichi affecte la préférence des consommateurs. En effet, l'appréciation hédonique des consommateurs est variable d'une variante de kilichi à l'autre, et au sein d'une même variante en fonction de la localité de production. La distribution des différentes variables sensorielles selon les clusters montre que le goût et la texture constituent les principaux critères de différenciation sensorielle entre les produits évalués et que la couleur ne constitue pas un critère sensoriel de préférence des différentes variantes de kilichi dans la présente étude. Les résultats du test de présence confirment cela.

Cependant, nos résultats enregistrés pour tous les attributs sensoriels sont supérieurs à ceux obtenus par Ogunsola et Omojola, (2008) au Nigéria, où une étude comparative entre le kilichi à base de viande bovine et celui fait à base de viande porcine a été faite. Les scores obtenus sont de l'ordre de 2,33 ; 2,77 et 3,93 pour respectivement la couleur, le goût et la texture. Dashu *et al.* (2017) ont testé l'effet des espèces animales sur la qualité et quantité des produits de viande (kilichi) au Nigeria. Il ressortait de cette étude que le kilichi de la viande des bovins obtenait les scores sensoriels les plus élevés pour tous les attributs sensoriels étudiés par ces auteurs. Ces différences observées entre échantillons et entre pays peuvent résulter de diverses interactions complexes entre le type génétique, le sexe et l'âge des animaux, leurs conditions d'élevage ainsi que les conditions d'abattage et de transformation des viandes (Lebret *et al.*, 2015). Les comparaisons entre races sur les qualités sensorielles de la viande sont délicates à interpréter. En effet, chaque génotype montre un potentiel de développement musculaire et une maturité physiologique qui lui sont propres (Cassignol *et al.*, 2018). D'une façon générale, la race affecte les caractéristiques des carcasses en termes de poids, conformation et état d'engraissement, mais cela a peu d'impact sur la qualité finale de la viande (Bonny *et al.*, 2016). L'âge à l'abattage ou le type sexuel peuvent

aussi fortement influencer la qualité sensorielle via la composition de la chair (Lebret *et al.*, 2015). L'âge de l'animal joue tout d'abord sur la couleur des muscles. Le type sexuel du bovin (mâle entier, mâle castré ou femelle) induit des différences de qualité organoleptique (Lebret *et al.*, 2015). Le sexe du bovin conduit également à une différence des qualités organoleptiques, notamment en raison de teneurs en lipides intramusculaires plus importantes chez les femelles et les mâles castrés comparativement aux mâles entiers (Cassignol *et al.*, 2018). Cependant, la viande des femelles et des mâles castrés dans une moindre mesure, est jugée plus tendre que celle des animaux entiers, alors que la jutosité et la flaveur sont supérieures pour les viandes de mâles castrés en accord avec leur état d'engraissement plus élevé (Lebret *et al.*, 2015).

La conduite d'un animal, à travers son régime alimentaire et les modulations de sa courbe de croissance, influent plus ou moins sur les différentes qualités sensorielles de la viande (Lebret *et al.*, 2015). La couleur, la flaveur, la jutosité et la tendreté sont des paramètres primordiaux de la qualité sensorielle des produits animaux. Ils dépendent de la composition et de la structure du produit alimentaire, au moment de sa consommation (Sivadhier, 2008).

L'alimentation du ruminant, par le niveau et la nature des apports énergétiques et azotés, peut modifier les caractéristiques musculaires à l'abattage et par là même, influencer plus ou moins fortement sur les différentes qualités sensorielles de la viande (Lebret *et al.*, 2015). Chez le bovin, les variations de composition de la ration entraînent des modifications des processus digestifs qui régulent la nature et les proportions des nutriments absorbés par l'animal et seraient susceptibles de modifier les qualités sensorielles de la viande (Lebret *et al.*, 2015). De même, la réduction des apports alimentaires avant l'abattage aurait tendance à réduire la tendreté de la viande. La réduction du niveau alimentaire entraîne en effet une baisse de l'adiposité de la carcasse et du dépôt lipidique du muscle (Cassignol *et al.*, 2018).

Le mode d'élevage des ruminants a des conséquences importantes sur plusieurs composantes de la qualité sensorielle. L'élevage des ruminants au pâturage bénéficie d'une appréciation extrêmement positive de la part des consommateurs. Il reflète, en effet, à la fois le bien-être de l'animal et l'aspect naturel et éthiquement acceptable du produit alimentaire qui en est issu (Sivadhier, 2008). Par exemple, la viande d'agneaux ou de bovins élevés à l'herbe présente en moyenne une couleur plus sombre que celle d'animaux élevés en bâtiments et alimentés à l'auge avec une ration à base d'aliments concentrés (Lebret *et al.*, 2015). Diverses études ont été réalisées dans ce sens en comparant notamment des régimes à base de fourrages à des régimes à base de céréales. Certaines études ont conclu que la viande issue de régimes à base de fourrages est moins tendre (Geay *et al.*, 2002). Un autre point marquant concerne la flaveur

de la viande, généralement plus forte chez les agneaux élevés à l'herbe qu'en bergerie. Cette flaveur pastorale résulte des interactions entre les AG ramifiés à chaîne courte responsables de la flaveur caractéristique de la viande ovine, le scatole (composé malodorant issu de la dégradation ruminale du tryptophane) et des produits d'oxydation de l'acide linoléique (Lebret *et al.*, 2015). Mais, dans la plupart de ces expériences, l'effet du niveau alimentaire a été confondu avec l'effet strict de la nature de l'alimentation et parfois celui de

l'activité physique, susceptible de modifier les caractéristiques musculaires (Geay *et al.*, 2002).

Au Niger, en fonction de la mobilité du troupeau ou le mode d'alimentation et de la combinaison des facteurs de production, trois systèmes d'élevage sont distingués : le système extensif, le système semi intensif et le système intensif (Soumana, 2014). Ainsi, la viande est produite suivant trois types de production : l'embouche paysanne ou semi-intensive, l'embouche extensive, l'embouche intensive (Soumana, 2014).

V. CONCLUSION

La technologie de la transformation de la viande en kilichi est constituée de huit étapes de la réception de la viande au produit fini. Les variantes se distinguent par la sauce d'enrobage, les épices et les colorant utilisés. Les variantes étudiées ont été les kilichi simple, kilichi « Fari » et kilichi « Ja » et les caractéristiques sensorielles évaluées ont été la

couleur, le goût et la texture. Il a été montré que le goût et la texture constituent les critères de choix de kilichi par les dégustateurs. Cette étude est une contribution à la valorisation de la filière viande au Niger. Des travaux ultérieurs pourraient être menés pour évaluer la stabilité du kilichi et sa durée de vie microbiologique.

Références bibliographiques

- Apata OS., Apata OK. (2013). Effects of Different Solar Drying Methods on Quality Attributes of Dried Meat Product (Kilishi). *Journal of Food Research*, 2(1), 80-86.
- Badau MH., Igene JO., Collison EK. Nkama I. (1997). Studies on production, physicochemical and sensory properties of a standard kilishi ingredient mix powder. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 48 (3), 165-168.
- Bello MM., Tekwata YD. (2015). Nutritive properties and consumer acceptance of solar tent and sun dried kilishi from Bony-Tongue (Heterotis, niloticus, Cuvier 1829) In a Semi-Arid Zone of Nigeria. *Nigerien Journal of Fisheries* 12(1), 801-808.
- Bonny SPF., Hocquette JF., Pethick DW., Farmer LJ., Legrand I., Wierzbicki J., Allen P., Polkinghorne R.J., Gardner GE. (2016). The variation in the eating quality of beef from different sexes and breed classes cannot be completely explained by carcass measurements. *Animal*, 10, 987-995.
- Boufaroua S., Gheddir ML. (2018). Effet des différentes méthodes de séchage sur la qualité biochimique et microbiologiques de la viande du scinque (*Scincus scincus*). Master en biochimie appliquée. Algérie : Université Echahid Hamma Lakhdar -EI OUED, 60p. disponible sur : <https://archives.iniv-eloued.dz/handle/123456789/40520>
- Cassignol, V. (2018). Facteurs déterminant la qualité sensorielle de la viande bovine : quelle importance de la race ? *La revue scientifique Viandes et Produits Carnés*, 34, 1-10.
- Dashu E., Oliver C., Angelina E. (2017). Effet des espèces animales sur la qualité et Quantité de produits de viande Kilishi à Mubi Zone d'administration locale de l'État d'Adamawa. *Revue internationale de recherche sur le développement rural, l'environnement et la santé (IJREH)*, 1, 1-13
- Fethi, Aissani (2015). Analyse sensorielle de la viande bovine additionnée aux huiles essentielles *Thymus ciliatus* (Zaitra) et *Ammoides verticillata* (Nunkha). *Technologie des industries agroalimentaires*. Tlemcen : Université Aboubaker Belkaid-Tlemcen, 76p. disponible sur : <https://dspace.univ-tlemcen.dz/server/api/core/bitstreams/c9179f7a-a383-4f66-8c1c-b8e16013d1cd1cd/content>
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J-F., Culioli J. (2002). Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. *Incidence de l'alimentation des animaux*. *INRA Productions Animales*, 15, 37-52.
- Igene U., Ebabhamiegbho E. (2016). Shelf life stability studies of university of benin (uniben) proff's kilishi product. *Asian Journal of Science and Technology*, 7(1), 2268-2274.
- Iheagwara M., Okonkwo T. (2016). Effect of Processing Techniques on the Microbiological Quality of Kilishi - A Traditional Nigerian Dried Beef Product. *Journal of Meat Science and Technology*, 1-8.
- Jega IJ., Magawata I., Ipinjolu JK., Jibir M. (2013). Evaluation of slurry formulations for kilishi processing of African lungfish (*Protopterus annectens*, Owen). *Pakistan Journal of Nutrition* 12(7), 673-677.
- Kalilou S., Collignan A., Zakhia N. (1998). Optimizing the traditional processing of Beef into kilishi. *Meat Science* 50(1), 21-32.
- Lebret B., Prache S., Berri C., Lefèvre F., Bauchant D., Picard B., Corraze G., Médale F., Faure J., Alami-Durante H. (2015). Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. *INRA Productions Animales*, 28(2), 151-168.
- Mgbemere VN., Akpapunam MA., Igene JO. (2011). Effect of groundnut flour substitution on yield, quality and storage stability of kilishi – a nigerian indigenous dried meat product, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11(2), 4718-4735
- Musonge P., Njolai EN. (1993). Drying and Infusion During the traditionnel Processing of kilishi. *Journal of Food Engineering* 23, 159-168.
- Ndih AC., Ndjouenkeu R., ETOA FX. (2018). Meat unwinding techniques in kilishi processing in north Cameroon: Constraints and innovations. *American journal of Food Science and technology* 6(5), 204-208.

Ogbonnaya C., Linus I., (2009). Influence of Storage Conditions on Shelf-Life of Dried Beef Product (Kilishi). *World Journal of Agricultural Sciences*, 5, 34-39.

Prabhakaran PP., Mendiratta SK. (2013). Development and Quality Evaluation of Ready to eat meat Snack-Chevon kilishi. *Society for Scientific Development In Agriculture and Technology*, 8(2),305-308.

Sabo H., Aminou IMN., Bako A-M., Sadou H., Amoukou I., Musambahou M-A., Ramatou SS., Mahamane S., Mamoud M-R. (2018). Influence of Manufacturing Methods on the Microbiological and Nutritional Characteristics of Kilichi, Dry Meat of Niger. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 231-241.

Sivadhier G. (2008). Authentification de l'alimentation du ruminant par analyse des composés volatils de leurs tissus adipeux. Thèse de doctorat en science des aliments, Alimentation et Nutrition. Université Blaise Pascal- Clermont-Ferrand II. Français, (NNT : 2008CLF21890). (tel-00731275), 73p. <https://theses.hal.science/tel-00731275v1/document>

Soumana (2014). Aspects socioéconomiques de l'utilisation des résidus de cultures et sous-produits agroindustriels dans l'alimentation des ruminants domestiques à Niamey (Niger). *Economie et Politiques d'Elevage*, Dakar : Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire. 30 P. Disponible sur : <https://beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/MEM14-2.dir/MEM14-2.pdf>

Tiendrebeogo SCW., Kabore D., Tankoano A., Kabore MWN., Derra A., Pare A., Hama-Ba F., Dicko MH., Sawadogo-Lingani H. (2021). Viandes & Produits Carnés, VPC-2021-37-33.

Sabo H., Aminou IMN., Bako AM., Hassimi S., Amoukou, I., Musambahou MA., Ramatou SS., Mahamane S., Mamoud, MR. (2018). Influence of Manufacturing Methods on the Microbiological and Nutritional Characteristics of Kilichi, Dry Meat of Niger. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 231-241.