

Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de la viande de porcs brûlés et échaudés et perception des acteurs de la filière au Sud-Bénin

Chakirath Folakè Arikè SALIFOU*, Pascal Sègbégnon KIKI, Kafilath Alexie Innocente GADE, Christian Ariel S. SESSINO, Linelle Paulette TONDA et Issaka YOUSAO ABDU KARIM

Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Production et Santé Animales, Laboratoire de Biotechnologie Animale et de Technologie des Viandes, 01 BP 2009, Cotonou, Bénin

* Correspondance, courriel : chakiraths@yahoo.com

Résumé

Au Bénin, les porcs abattus sont épilés par échaudage ou par brûlage. Le but de cette étude est d'évaluer la qualité de la viande de porcs brûlés et échaudés et la perception des acteurs de la filière au Sud-Bénin. Une enquête de perception a été réalisée auprès de 100 consommateurs et 100 charcutiers. Le pH et la couleur ont été mesurés sur 15 *Longissimus dorsi* (échaudés) et 28 (brûlés) de truie Large White. *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Salmonella*, *Pseudomonas* sp., la flore aérobie mésophile et les entérobactéries ont été recherchés sur 35 carcasses brûlées et 20 échaudées. Les résultats montrent que la viande de porcs brûlés est plus préférée par les consommateurs (85 %) du fait de son goût et de sa capacité à vite cuire. Les charcutiers adoptent plus le brûlage (86 %) que l'échaudage (14 %). Pour eux, il est plus rapide (64,26 %), plus économique (67,86 %) et permet d'obtenir un rendement carcasse plus élevé. Le mode d'épilage n'a pas influencé le pH de la viande. La viande des porcs brûlés a la teinte la plus élevée. L'analyse bactérienne montre une forte charge en *Pseudomonas* sp. de 3,26 log UFC/cm² et une présence de 91,7 % de *Salmonella* dans les carcasses de porcs brûlés comparativement à celles des porcs échaudés (respectivement 2,31 log UFC/cm² et 70 %). Cette étude montre que, le brûlage et l'échaudage des porcs tels que pratiqués au Sud-Bénin conduisent à une mauvaise qualité hygiénique des carcasses et les viandes issues des porcs brûlés sont moins teintées. Les résultats obtenus permettront l'approfondissement des recherches sur la qualité des viandes en relation avec les traitements post-abattage.

Mots-clés : viande, porcs, brûlés, échaudés, qualité perception.

Abstract

Evaluation of the physico-chemical and bacteriological quality of the meat of burned and scalded pigs and perception of the actors of the pork industry in South-Benin

In Benin, slaughtered pigs are depilated by scalding or burning. The aim of this study is to evaluate the physico-chemical and bacteriological quality of the meat of burned and scalded pigs and the perception of the actors of the sector in South Benin. A perception survey was carried out among 100 consumers and 100 pork butchers. The pH and color were measured on 43 samples of *Longissimus dorsi* from Large White sows (15 scalded and 28 burned). *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Salmonella*, *Pseudomonas* sp., mesophilic aerobic flora and enterobacteria were tested on 35 burned and 20 scalded carcasses. The results show that

the meat of burned pigs is more preferred by consumers (85 %) because of its taste, its ability to cook quickly. The pork butchers adopt burning (86 %) more than scalding (14 %) because for them it is faster (64.26 %), more economical (67.86 %) and allows them to obtain a higher carcass yield. The depilation method did not influence the pH of the meat. Meat from burned pigs has the highest hue value. Bacterial analysis shows a high *Pseudomonas sp.* load of 3.26 log CFU/cm² and a *Salmonella* presence of 91.7 % in the carcasses of burned pigs compared with those of scalded pigs (2.31 log CFU/cm² and 70 %, respectively). This study shows that the burning and scalding of pigs as practiced in South Benin leads to poor hygienic quality of the carcasses and the meat from burned pigs is less stained. The results obtained constitute a database for further research on meat quality in relation to post-scalding treatments.

Keywords : *pork, pig, burning, scalding, quality, perception.*

1. Introduction

La viande est une denrée alimentaire riche en protéines et très importante pour l'alimentation humaine [1]. La quantité totale de viande apportée à la population mondiale est estimée à plus de 300 millions de tonnes de viande. Le porc est la viande la plus consommée au monde ; elle représente 36 % de la production mondiale de viande [2]. Au Bénin, la production nationale de viande de porc ne cesse d'augmenter témoignant d'un regain d'intérêt vis-à-vis de sa consommation surtout dans les régions sud du pays [3, 4]. En effet, la quantité de viande de porc produite au Bénin est passée de 4604 tonnes en 2008 à 6228 tonnes en 2018 [2]. L'augmentation de la demande en viande porcine a entraîné une multiplication des gargotes ou lieux de vente de viande de porc préparée ou fraîche [4, 5]. Des porcs y sont abattus quotidiennement pour satisfaire la demande. Lors du processus d'abattage, le corps de l'animal est débarrassé des soies soit par échaudage ou par brûlage [4]. Les carcasses ainsi obtenues sont livrées à la consommation après inspection vétérinaire. Selon leurs préférences, les consommateurs s'orientent vers l'une ou l'autre forme de présentation de la carcasse lors de l'achat. La méthode d'abattage peut avoir une grande influence sur la qualité de la carcasse [6]. L'échaudage des carcasses de porcs a pour but d'attendrir la peau afin de faciliter son épilage. Cette pratique consiste à immerger l'animal abattu dans un bac contenant de l'eau chaude à environ 60°C pendant 6 à 8 minutes. L'échaudage peut permettre de réduire les contaminations de la carcasse en *Listeria monocytogenes* et salmonelles, cependant ces bactéries pourraient survivre lorsque la température de l'eau est en dessous de 60°C [7].

En outre, l'échaudage peut réduire le taux de refroidissement de la carcasse et dans certaines situations, cela peut influencer le taux de chute du pH de la viande [8]. Le brûlage des carcasses est généralement connu pour son impact sur les propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de la viande [9]. Le recours au brûlage comme technique d'épilage permet aussi de réduire la charge microbienne de la carcasse en détruisant, sous l'effet de la chaleur, une grande partie des microbes présents sur la peau de l'animal abattu [10]. Cependant, bien que le brûlage ait un impact antimicrobien, de nouvelles contaminations microbiennes de la carcasse peuvent subvenir pendant les opérations post-brûlage lorsqu'elles sont réalisées dans de mauvaises conditions hygiéniques [10]. L'utilisation de certains matériels tels que le caoutchouc, les sachets plastiques comme combustibles pour le brûlage contamine la carcasse en métaux lourds [11]. Au Bénin, peu d'études ont abordé la technologie d'abattage notamment les pratiques ou types d'épilage effectués sur les porcs abattus. La plupart des travaux réalisés sur les carcasses de porcs ont porté sur les qualités organoleptiques, technologiques et nutritionnelles de la viande de porc [12] et sur la qualité hygiénique des carcasses de porcs abattus [13]. Par ailleurs, d'autres travaux ont porté sur la qualité sanitaire de la viande de porc braisée commercialisée dans les restaurants au Sud-Bénin à travers le dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques [14, 15]. Chez les ovins où les pratiques d'abattage se rapprochent de celles des porcs, une

étude portant sur la différenciation et la comparaison de la qualité de la viande des ovins dépouillés et brûlés a été réalisée par [17, 18]. Une étude similaire chez les porcs permettra de mieux cerner les motifs qui sous-tendent les pratiques d'épilage ou de traitement de la peau des animaux abattus. La présente étude a pour objectif d'évaluer les qualités physico-chimique et microbiologique de la viande de porcs brûlés et échaudés ainsi que la perception des charcutiers et des consommateurs vis-à-vis des deux pratiques d'épilage de porcs abattus au Sud-Bénin.

2. Méthodologie

L'étude a consisté à réaliser en un premier temps une enquête auprès des charcutiers et des consommateurs de la viande de porc et en un second temps à déterminer les qualités physico-chimique et bactériologique des viandes issues des deux types d'épilage.

2-1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée dans les communes d'Abomey-Calavi, de Cotonou et de Porto-Novo au Sud-Bénin. Les échantillons de viande utilisés provenaient de l'abattoir de Cotonou et des aires d'abattage d'Adjarra-Docodji dans la commune de Porto-Novo et de Calavi-Kpota dans la commune d'Abomey-Calavi. Le Laboratoire de Biotechnologie Animale et de Technologie des Viandes de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi a servi de cadre pour les analyses effectuées.

2-2. Perception des consommateurs et des charcutiers vis-à-vis des pratiques d'épilage

La perception des consommateurs et charcutiers vis-à-vis de la qualité de la viande de porcs brûlés et celle de porcs échaudés a été obtenue à partir d'une enquête réalisée auprès de 200 personnes, dont 100 consommateurs et 100 charcutiers. Un questionnaire semi-structuré a été utilisé à cette fin. Les données collectées auprès des consommateurs sont relatives aux choix (viande de porcs brûlés ou échaudés) et aux motifs du choix (goût, la salubrité, etc.). Celles collectées auprès des charcutiers concernent les pratiques de traitement de la peau (brûlage ou échaudage) réalisées juste après la saignée de l'animal, les types de combustibles utilisés pour le brûlage et les raisons de choix de ces pratiques (rapidité, maîtrise de la technique, préférence des consommateurs, rentabilité économique, etc.).

2-3. Origine des carcasses

L'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques a porté uniquement sur des truies réformées âgées de 2 ans de race Large White et qui sont les porcs majoritairement abattus dans les abattoirs et tueries du Bénin. Les carcasses de porcs qui ont fait l'objet de l'étude proviennent des animaux appartenant aux charcutiers qui ont été également identifiés à l'avance selon qu'ils réalisaient l'épilage ou le brûlage.

2-4. Évaluation de la qualité physico-chimique des viandes de porcs brûlés et échaudés

2-4-1. Prélèvement des échantillons

Juste après l'abattage, le *Longissimus dorsi* de chaque animal identifié et abattu (brûlés ou échaudé) a été enlevé pour l'évaluation de la qualité physico-chimique de la viande. Le muscle prélevé a été divisé en deux tranches dont l'une a été utilisée pour mesurer le pH et la seconde a servi pour la mesure de la couleur. Les deux tranches ont été emballées séparément dans des sacs en plastique étiquetés puis transportés sous 4°C

au laboratoire pour les différentes analyses. Au total, 43 échantillons de *Longissimus dorsi* provenant de 28 carcasses brûlées et de 15 carcasses échaudées ont été prélevés pour l'évaluation des paramètres physico-chimiques de la viande.

2-4-2. Mesure de la couleur et du pH

Les paramètres physico-chimiques évalués sur les échantillons du muscle *Longissimus dorsi* sont le pH et la couleur. Les valeurs de ces paramètres ont été mesurées à 1 h puis à 24 h *post-mortem*. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre portable de marque Hanna (Hanna Instruments, Rhode Island, USA). Cinq répétitions ont été faites pour chaque mesure. Les paramètres de couleur ont été déterminés le jour de l'abattage à l'aide d'un colorimètre Minolta CR400 (Minolta Corporation, Ramsey, NJ, USA) selon le système de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE $L^* a^* b^*$). Les échantillons ont été préalablement stockés au contact de l'air pendant 1 h 30 min à 4 °C au réfrigérateur. Pour chaque échantillon, cinq répétitions ont été faites. Il a été mesuré, la luminosité (L^*), l'indice de rouge (a^*) et l'indice de jaune (b^*). La saturation ou chromaticité (C) et la teinte (h) ont été déterminées respectivement suivant les *Équations (1) et (2)*.

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$h = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right). \quad (2)$$

a^* étant l'indice du rouge et b^* l'indice du jaune.

2-5. Évaluation de la qualité bactériologique des viandes de porcs brûlés et échaudés

L'étude sur la qualité bactériologique de la viande a porté sur 55 carcasses de porcs, dont 30 échaudés et 25 brûlés après la saignée. Les investigations relatives aux sites et à la méthode de prélèvement ont été menées conformément au règlement (CE) n°1441/2007 de l'Union européenne et la norme ISO 17604, 2003 [18]. Les prélèvements ont été réalisés au niveau du collier, du flanc externe, du jambon et de la poitrine à l'aide d'un emporte-pièce stérilisé la veille du prélèvement. Tous les prélèvements ont été réalisés après l'inspection *post-mortem*. La méthode destructive a été utilisée pour tous les prélèvements. Un cercle de viande de 5 cm² de superficie et 2 cm de profondeur a été prélevé par site de prélèvement. Au total, 20 cm² de viande ont été prélevées par carcasse et déposés aseptiquement dans un sachet stomacher. Les échantillons ont été immédiatement transportés au laboratoire sous régime de froid (4°C) et ont été analysés le même jour du prélèvement. Aux 20 cm² d'échantillons prélevés sur chaque carcasse, ont été ajoutés 100 ml d'eau peptonée tamponnée stérile. L'ensemble a été broyé pendant 2 à 3 min dans un homogénéisateur d'échantillon de marque Stomacher® (Seward, United Kingdom). Le surnageant a été récupéré dans un flacon stérile et a constitué la solution mère à 10⁰. Les différentes dilutions ont été réalisées à partir de la solution mère et conformément à la norme ISO 6887-2, 2004 [19]. Les germes recherchés sont les indicateurs de l'hygiène du procédé d'abattage (flore aérobie mésophile (FAM), *Entérobactériaceae* et salmonelles), les indicateurs de l'altération de la viande (*Pseudomonas spp.*), les staphylocoques en tant que pathogènes et *Escherichia coli* qui renseigne sur des conditions de l'abattage [20]. Les échantillons ont été analysés conformément à la norme ISO relative à chaque germe recherché. Ainsi, la norme ISO 4833, 2003 a été utilisée pour déterminer la Flore Aérobie Mésophile, la norme ISO 7251, 2005 a servi à rechercher et à dénombrer *Escherichia coli* [21]; les staphylocoques ont été recherchés suivant la norme ISO 6887-2, 2004 [19]. La norme ISO 13720, 2010 a permis la recherche et le dénombrement de *Pseudomonas sp* [22] ; la norme ISO 6888-3, 2003 pour les *Enterobacteriaceae* [23]. Les salmonelles ont été recherchées selon la norme ISO 6579 [24]. A partir des dilutions décimales, les ensemencements ont été réalisés dans des milieux sélectifs appropriés qui, après

incubation, ont permis l'identification et le dénombrement des microorganismes recherchés. Pour chaque microorganisme recherché, les résultats ont été exprimés en termes de log d'unités format colonie (UFC) par cm² de carcasse prélevée et conformément à la norme ISO spécifique à chaque germe pour les recherches quantitatives et en absence ou présence de germes pour la recherche qualitative de *Salmonella*.

2-6. Analyse statistique

Le logiciel Statistical Analysis System (SAS, 2013) a été utilisé pour les analyses statistiques. Pour les données d'enquête, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée par la procédure *Proc corresp* en vue d'une meilleure appréciation de la perception des consommateurs et de celle des charcutiers enquêtés. Les fréquences ont été calculées par la procédure *proc freq*. La procédure *Proc Means* a été utilisée pour le calcul des moyennes qui ont été comparées deux à deux avec le test t de student. La source de variation considérée est la pratique d'épilage. L'interaction entre la pratique d'épilage et le jour de mesure des paramètres physico-chimiques de la viande a été également recherchée. Le modèle statistique utilisé à cet effet est le suivant :

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + C_j + EC_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (3)$$

Y_{ijk} étant la valeur du paramètre physico-chimique de l'échantillon k , μ la valeur de la moyenne générale, E_i l'effet fixe de la pratique d'épilage i (échaudage et brûlage), C_j l'effet jour j (j_0 et j_1), EC l'interaction pratique*jour et ε_{ijk} l'erreur résiduelle.

3. Résultats

3-1. Perception des consommateurs

La viande de porcs brûlés est plus préférée par les consommateurs enquêtés (85 %) que celle de porcs échaudés (15 %) ($p < 0,001$). Les trois premiers axes ont été retenus pour l'interprétation des résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) relative à la perception des consommateurs ($\chi^2 = 689,67$). La contribution de ces trois axes à l'inertie totale est de 56 % (28,15 % ; 15,09 % et 12,76 % respectivement pour le 1^{er}, 2^e et le 3^e axe). Le premier axe factoriel discrimine les deux techniques (échaudage et brûlage) (**Figure 1**). Il ressort de l'AFC que les raisons qui motivent les consommateurs à préférer la viande de porcs brûlés sont l'habitude, la rapidité de cuissons de la viande, le goût, la possibilité de braiser la viande sans qu'elle soit bouillie au préalable. Les raisons qui justifient le penchant de certains consommateurs pour la viande de porcs échaudés sont l'aspect salubre de la viande, sa tendreté et le fait qu'elle soit propice à être bouillie. Le **Tableau 1** présente les fréquences des raisons de choix de même que la perception des consommateurs de viande de porcs brûlés et échaudés. Pour les consommateurs de viande de porcs brûlés, les motifs de préférence les plus fréquents sont : le goût (84,71 %), l'habitude (68,24 %), la rapidité de la cuisson (75,29 %) et la possibilité de frire la viande sans être bouillie (75,29 %) ($p < 0,001$). Les consommateurs préférant la viande de porcs échaudés estiment à l'unanimité (100 %) que cette viande est salubre. En dehors de cet argument, la majorité de cette catégorie de consommateurs affirme également qu'elle est plus tendre (40 %) et mieux indiquée pour être bouillie (46,67 %) ou pour être frite après avoir été bouillie (46,67 %) ($p < 0,01$).

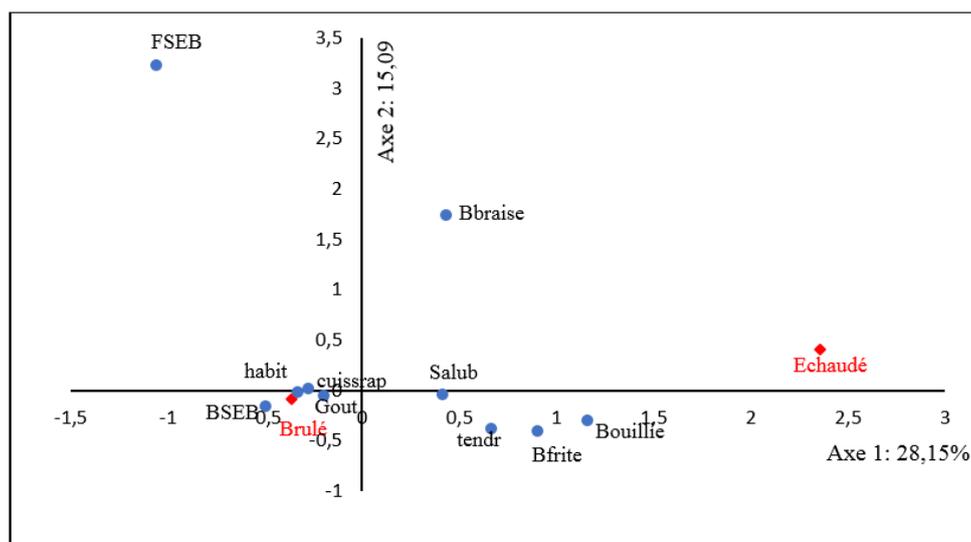


Figure 1 : Analyse factorielle des correspondances des perceptions des consommateurs vis-à-vis de la viande de porcs brûlés et celle de porcs échaudés

Bfrite : Bouillie plus frite ; *CuissRap* : Cuisson rapide ; *BSEB* : Braisée sans être Bouillie ; *tendr* : tendre ; *habit* : habitude ; *salub* : salubre ; *Bbraise* : peut-être bouillie et braisée ; *FSEB* : Fumée sans être bouillie.

Tableau 1 : Raisons des choix et perceptions des consommateurs de viande de porcs brûlés et échaudés

Raisons des choix et perceptions	Brûlage (n = 85)		Echaudage (n = 15)		Test de signification
	Fréquence (%)	IC (%)	Fréquence (%)	IC (%)	
Goût	84,71	7,65	40,00	24,79	***
Tendreté	23,53	9,02	40,00	24,79	NS
Habitude	68,24	9,9	26,67	22,38	**
Salubre	54,12	10,59	100	0	***
Cuisson rapide	75,29	9,17	20	20,24	***
Bouillie et braisée	14,12	7,4	26,67	22,38	NS
Bouillie plus frite	15,29	7,65	46,67	25,25	**
Braisée sans être bouillie	75,29	9,17	13,33	17,2	***
Fumée sans être bouillie	4,71	4,5	-	0	NS
Bouillie	11,76	6,85	46,67	25,25	***

IC : Intervalle de confiance ; - raison pas évoquée ; NS : Pas significatif ; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

3-2. Perception des charcutiers

Pour l'épilage des carcasses de porcs, la pratique du brûlage est plus adoptée (84 %) par les charcutiers que celle de l'échaudage (16 %) ($p < 0,001$). Trois axes ont été retenus ($\chi^2 = 1225,30$) pour l'interprétation des résultats de l'AFC relative à la perception des charcutiers sur les deux pratiques d'épilage des porcs abattus. Ces trois axes contribuent à 65,45 % à l'inertie totale (34,07 % ; 18,38 % et 13 % respectivement pour le 1^{er}, 2^e et le 3^e axe). Le premier axe factoriel discrimine les deux pratiques d'épilage (brûlage et échaudage) (**Figure 2**). L'AFC montre que l'échaudage est principalement réalisé sur commande. Les motifs avancés par les charcutiers pratiquant le brûlage des carcasses de porcs sont : la maîtrise de la technique de brûlage, les raisons économiques, l'augmentation du rendement carcasse, la rapidité de préparation de la viande et la préférence des consommateurs. Les fréquences des raisons de choix et des perceptions des charcutiers par rapport aux deux pratiques d'épilage sont présentées dans le **Tableau 2**. Bien que la technique de brûlage

soit fastidieuse (61,90 %), elle est pratiquée parce qu'elle est plus économique (67,85 %) et semble donner un rendement carcasse plus élevé 75 %. Les charcutiers adoptent le brûlage parce qu'ils estiment avoir une bonne maîtrise de la technique de brûlage (67,85 %). Cependant, cette pratique est aussi adoptée pour des raisons culturelles (61,90 %) ou pour répondre aux préférences des consommateurs (67,85 %). Dans l'ensemble, ces raisons et perceptions ont été plus évoquées chez les charcutiers pratiquant le brûlage des carcasses de porcs que chez ceux qui font l'échaudage ($p < 0,001$). Ces derniers épilent les porcs par échaudage essentiellement sur commande (75 %) ($p < 0,05$). La **Figure 3** présente les fréquences des combustibles et les types de foyers utilisés pour le traitement des porcs abattus par les charcutiers enquêtés. Les principaux combustibles utilisés pour l'échaudage sont le bois de chauffage (56,25 %) et le charbon (43,75 %). Pour le brûlage des porcs, 72,61 % des charcutiers utilisent du bois de chauffage et 48,80 % font usage du papier. D'autres combustibles sont également utilisés par une faible proportion des enquêtés pour épiler les porcs par brûlage. Il s'agit des matières plastiques (15,47 %) et de l'huile de vidange (5,95 %). En dehors des fréquences d'utilisation du charbon et du papier comme combustibles respectivement pour l'échaudage et le brûlage ($p < 0,001$), les fréquences d'utilisation des autres combustibles n'ont pas significativement varié en fonction de la pratique d'épilage ($p > 0,05$). Les enquêtés utilisent en majorité des foyers semi-traditionnels, quelle que soit la pratique d'épilage adoptée.

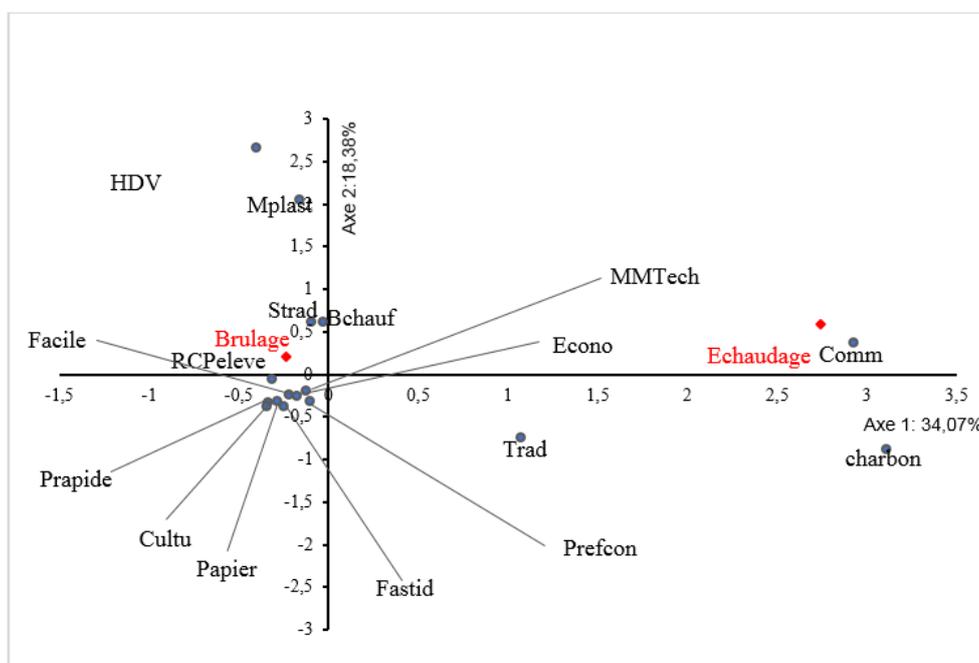


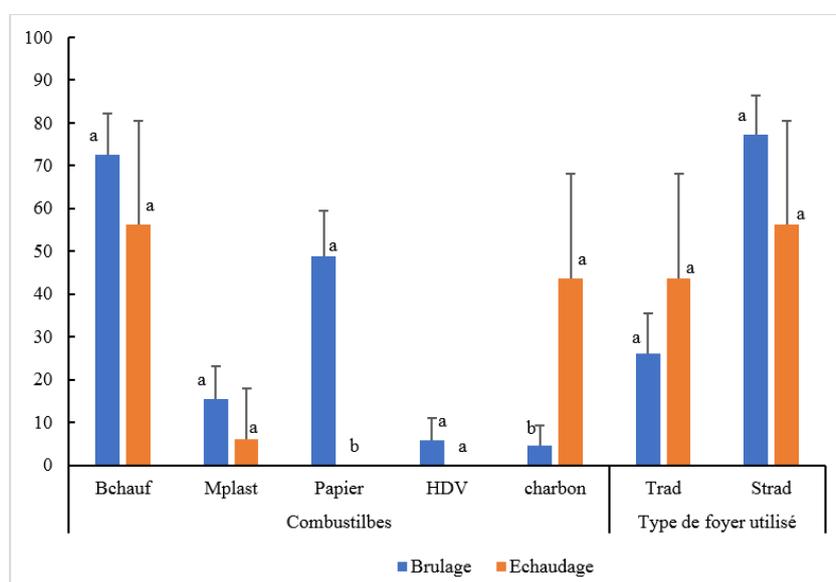
Figure 2 : Analyse factorielle des correspondances des perceptions des charcutiers vis-à-vis des méthodes d'épilage des porcs

Prapide : Plus rapide ; RCPeleve : Rendement carcasse élevé, MMTech : Maitrise de la Technique ; Bchauf : Bois de chauffe ; Comm : Commmmande ; Trad : traditionnel ; Cultu : Culturel ; Fastid : fastidieux ; Strad : Semi-traditionnel ; Prefcon : Préférence des consommateurs ; Mplast : Matières plastiques ; Econo : Economique ; HDV : Huile de Vidange

Tableau 2 : Raisons des choix et perceptions des charcutiers par rapport aux deux pratiques d'épilage

Raisons des choix	Brûlage (n = 84)		Echaudage (n = 16)		Test de significativité
	Fréquence (%)	IC (%)	Fréquence (%)	IC (%)	
Préférences des consommateurs	67,86	9,99	18,75	19,13	***
Rapidité de la pratique	64,29	10,25	-	-	***
Rendement carcasse élevé	75,00	9,26	-	-	***
Maitrise de la technique	67,86	9,99	31,25	22,71	**
Pratique facile	63,10	10,32	18,75	19,13	**
Pratique fastidieuse	61,90	10,39	6,25	11,86	***
Pratique économique	67,86	9,99	18,75	19,13	***
Culturelle	61,90	10,39	-	-	***
Sur commande	2,38	3,26	75,00	21,22	***

IC : Intervalle de confiance ; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

**Figure 3 : Matériels utilisés par les charcutiers pour le brûlage et l'échaudage des porcs**

Behauf : Bois de chauffe ; *Mplast* : Matière plastique ; *HDV* : Huile de Vidange ; *Trad* : traditionnel ; *Strad* : Semi-traditionnel

3-3. Caractéristiques physico-chimiques de la viande des porcs brûlés et échaudés

Le **Tableau 3** présente les valeurs du pH et des paramètres de couleur prises sur les échantillons du *Longissimus dorsi* des porcs brûlés et échaudés. Les valeurs du pH obtenues au jour d'abattage et 24 heures après sont respectivement 6,22 et 6,18 pour le muscle des porcs brûlés. Pour le muscle des porcs échaudés, ces valeurs sont respectivement 6,25 et 6,19. Aucune différence significative n'a été observée pour ces différentes valeurs, quel que soit la pratique d'épilage ou le jour de mesure ($p > 0,05$). Pour les paramètres de couleur du *Longissimus dorsi*, l'effet de l'interaction pratique d'épilage*jour est significatif pour la luminosité, l'indice du jaune et la teinte ($p < 0,05$). La viande issue des porcs brûlés a une luminosité plus élevée que celle des porcs échaudés au jour d'abattage (respectivement 50,48 et 42,26) et 24 h après abattage (respectivement 47,83 et 43,96). L'indice de rouge n'a pas varié significativement d'une pratique à une autre, quel que soit le jour de mesure ($p > 0,05$). La même tendance a été observée pour la chromaticité. Les valeurs de ces paramètres se situent entre 16,37 et 18,52 pour l'indice de rouge et entre 18,07 et 21,24 pour la

chromaticité. La valeur moyenne de l'indice de jaune obtenue sur la viande des porcs échaudés le jour d'abattage (7,72) est significativement plus faible que celle observée à J1 (10,28). Elle est aussi plus faible que celles obtenues sur la viande des porcs brûlés à J0 (9,80) et J1 (10,39) ($p < 0,05$). Dans l'ensemble, la teinte est plus faible pour la viande des porcs brûlés comparée à celle des porcs échaudés ($p < 0,05$).

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de la viande des porcs brûlés et échaudés

Paramètres	Brûlage		Echaudage		ETR	Test de significativité	
	J0	J1	J0	J1			
pH	6,22	6,18	6,25	6,19	0,37	NS	
Couleur	L*	50,48a	47,83a	42,26b	43,96b	5,58	*
	a*	16,37a	17,32a	17,13a	18,52a	3,7	NS
	b*	9,80a	10,39a	7,72b	10,28a	2,75	NS
	Teinte	1,52b	1,53b	2,19a	1,71ab	0,44	*
	Chromaticité	19,17a	20,3a	18,82a	21,24a	18,07	NS

NS : Non Significatif ; * $p < 0,05$; L* : luminosité ; a* : indice du rouge ; b* : indice du jaune ; NS : Pas significatif ; * $p < 0,05$. ^{ab} Les moyennes de la même ligne suivies de différentes lettres diffèrent significativement au seuil de 5 %.

3-4. Qualité bactériologique

Les charges bactériennes des carcasses de porcs en fonction de la pratique d'épilage sont présentées dans le **Tableau 4**. En dehors des charges en *Pseudomonas* sp. (3,26 log UFC/cm² pour les porcs brûlés et 2,31 log UFC/cm² pour les échaudés), les charges obtenues pour les autres germes recherchés n'ont pas significativement varié d'une pratique d'épilage à une autre ($p > 0,05$). Toutefois, une tendance à la hausse en faveur des porcs brûlés a été observée pour la flore aérobie mésophile (5,12 log UFC/cm² et 4,70 log UFC/cm²), *Escherichia coli* (3,19 log UFC/cm² et 2,47 log UFC/cm²) et les entérobactéries (3,24 log UFC/cm² et 3,17 log UFC/cm²). En ce qui concerne les Staphylocoques, la tendance à la hausse observée a été en faveur des porcs échaudés (4,22 log UFC/cm² et 3,65 log UFC/cm²). La **Figure 4** présente les résultats de la recherche qualitative des salmonelles dans les échantillons de viande de porcs brûlés et échaudés. Les salmonelles sont présentes dans près de 92 % des échantillons de viande de porcs brûlés. Cette fréquence d'identification est significativement plus élevée que celle obtenue pour les carcasses de porcs échaudés (70 %) ($p < 0,05$).

Tableau 4 : Charges bactériennes en log UFC/cm² dénombrées en fonction du type d'épilage

Bactérie recherchée	Brûlage	Echaudage	Test de significativité
Flore aérobie mésophile	5,12 ± 1,63	4,70 ± 1,37	NS
<i>Escherichia coli</i>	3,19 ± 2,11	2,47 ± 1,50	NS
Entérobactérie	3,24 ± 1,33	3,17 ± 0,79	NS
Staphylocoques	3,65 ± 2,27	4,22 ± 0,93	NS
<i>Pseudomonas</i> sp.	3,26 ± 1,45	2,31 ± 1,62	*

NS : Non Significatif ; * $p < 0,05$, ^{ab} les moyennes de la même ligne suivies de différentes lettres diffèrent significativement au seuil de 5 %.

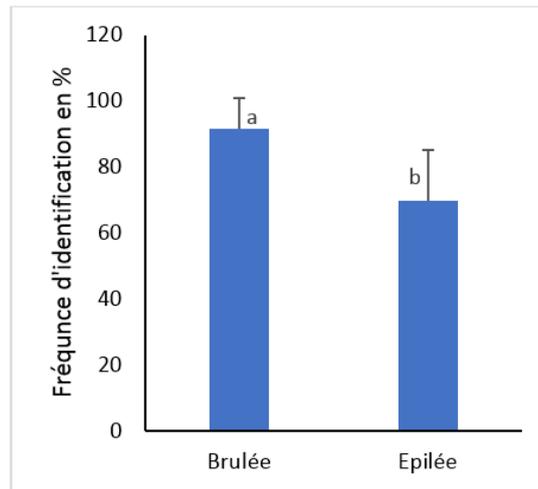


Figure 4 : Fréquences d'identification des Salmonelles

4. Discussion

4-1. Perception des consommateurs et des charcutiers sur les pratiques d'épilage

Le meilleur goût de la viande des porcs brûlés exprimé par les consommateurs avait déjà été rapporté par [4] toujours chez les consommateurs de viande de porc au Bénin. Cette même perception du goût a été exprimée par les consommateurs d'ovins brûlés lors des travaux de [16] sur la viande des ovins brûlés et dépouillés. Ce meilleur goût de la viande issue des carcasses de porcs brûlés résulterait de l'action du feu. En effet, les flammes servant au brûlage de la carcasse génèrent des substances phénoliques qui confèrent un arôme spécial à l'ensemble viande et peau [25]. L'effet du brûlage sur l'augmentation du rendement carcasse évoqué par les charcutiers avait été déjà rapporté par [17, 27] chez les ovins. Cependant, une évaluation expérimentale de l'influence du mode d'épilage sur le rendement carcasse des porcs abattus au Bénin permettrait de statuer réellement sur cet avis des charcutiers. L'utilisation des combustibles dangereux pour la santé lors du brûlage des porcs abattus pourrait expliquer l'assertion des consommateurs selon laquelle, la viande du porc échaudé paraît plus salubre. Les matières plastiques, le papier et l'huile de vidange utilisés pour le brûlage ont été déjà rapportés par d'autres auteurs pour le brûlage des carcasses de porcs au Sud-Bénin [4, 5]. L'usage du caoutchouc et des matières plastiques pour le brûlage des carcasses de porcs et de petits ruminants a été également signalé comme une pratique courante en Afrique de l'Ouest [12, 28]. Ces combustibles laissent à coup sûr des contaminants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et des métaux lourds dans la viande, dont la consommation pourrait être nuisible à la santé du consommateur [5]. Par ailleurs, l'usage de ces combustibles expose également les charcutiers à des risques de maladies respiratoires [11]. Les charcutiers doivent donc être sensibilisés sur le danger de l'utilisation de ces combustibles prohibés.

4-2. Paramètres physico-chimiques des viandes issues des porcs brûlés et échaudés

L'absence de différence significative entre le pH des *Longissimus dorsi* des porcs brûlés et celui des porcs échaudés ne permet pas de statuer sur une éventualité de l'effet du brûlage ou de l'échaudage sur la chute *post-mortem* du pH. Dans la présente étude, les valeurs de pH obtenues à 1 heure *post-mortem* pour les porcs brûlés et échaudés sont respectivement 6,22 et 6,25 et à 24 heures *post-mortem* de 6,18 et 6,20. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par [28] sur des carcasses de porcs échaudés aux Philippines (6,24 et 6,04 respectivement à 45 minutes et 24 heures *post-mortem*). En France, [29] ont rapporté des valeurs de pH à 45 minutes et à 24 heures *post-mortem* variant respectivement de 6,30 à 6,42 et 5,50 à 5,55 sur les carcasses

de porcs hybrides en engraissement (truies Naïma avec P76-PenArLan). Aucune information n'a été donnée sur le mode d'épilage de ces porcs. Des valeurs comprises entre 5,5 et 6,5 le jour d'abattage et entre 5,4 et 6,5 à 24 heures *post-mortem* ont été obtenues par [12] sur des porcs améliorés au Bénin sans précision également du type de traitement de la peau effectué sur l'animal abattu. La non-diminution significative du pH du jour 1 au jour 2 aussi bien pour les porcs brûlés qu'échaudés indique une probabilité de taux insuffisant de glycogène dans le muscle des porcs avant l'abattage. D'où l'éventualité d'un stress subi par les animaux avant l'abattage dans l'ensemble. La valeur moyenne de la luminosité (L^*) obtenue à 1 heure *post-mortem* pour les porcs brûlés (50,48) est supérieure à la valeur obtenue (41,65) par [30] à 1 heure *post-mortem* sur le *Longissimus dorsi* des carcasses de porcs échaudés. Un indice de blanc (50,03) similaire à celui obtenu dans la présente étude pour la viande de porcs brûlés a été obtenu à 1 heure *post-mortem* sur le *Longissimus dorsi* des porcs lourds abattus (sans précision du mode d'épilage) en France par [31]. Cette valeur de luminosité obtenue par [31] est par contre supérieure à celle obtenue chez les porcs échaudés à 1 heure *post-mortem* dans cette étude (42,26). Des valeurs de luminance variant de 52,72 à 55,42 ont été également rapporté par [29] pour le *Longissimus dorsi* de porcs d'engraissement de différents poids. Dans la présente étude, la diminution significative de la luminosité associée à l'augmentation de l'indice du rouge de la viande des porcs échaudés comparativement à celle des porcs brûlés indique un probable effet du brûlage sur la couleur de la viande. L'effet du brûlage de la carcasse sur les paramètres de couleurs notamment l'indice du blanc de la viande a déjà été rapporté par plusieurs auteurs sur des carcasses d'ovin [17, 33]. La forte luminosité de la viande de porcs brûlés peut s'expliquer par le fait que le brûlage engendre un début de cuisson de la viande, et par conséquent un début de dénaturation des protéines, et de la myoglobine et certainement aussi une réduction du glycogène en sucres simples qui interagissent avec les acides aminés pour modifier la couleur de la viande [33]. D'autres paramètres de qualité de la viande pourront être également étudiés. Aussi, il s'avère nécessaire de prendre en considération les types de traitements subis par les porcs avant l'abattage et d'évaluer leur impact sur la qualité de la viande.

4-3. Qualité bactériologique

Dans l'ensemble, le type d'épilage n'a pas influencé de manières significatives les charges de *E. coli*, des entérobactéries, des staphylocoques et de la FAM dénombrées sur les échantillons de carcasse analysés. Cependant, malgré l'absence de différence significative, la charge moyenne de la FAM dénombrée sur les carcasses de porcs brûlés (5,12 log UFC/cm²) dépasse légèrement la limite maximale ($M = 5 \log \text{UFC/cm}^2$) fixée dans le règlement UE 2073/2005 de la Commission Européenne [34] comme étant le log moyen quotidien sur les carcasses de porcs après épilage, mais avant ressuyage. Pour les entérobactéries, cette limite maximale (M) est de 3 log UFC/cm². Dans la présente étude, les charges moyennes en entérobactéries pour les deux pratiques d'épilage sont 3,17 log UFC/cm² et 3,24 log UFC/cm². Il ressort de cela que l'hygiène du procédé d'abattage quel qu'en soit le type d'épilage pratiqué est insatisfaisante et qu'elle doit être améliorée. Toutefois, les valeurs du dénombrement de la FAM obtenues dans la présente étude sont inférieures à celles rapportées par [35] qui ont obtenu des charges variant de 6,44 à 8,83 log UFC/cm² sur des carcasses de porcs au Burkina Faso. La légère augmentation des charges de FAM et d'*Escherichia coli* dénombrées sur les carcasses de porcs brûlés comparativement à celles des porcs échaudés indique que la pratique de brûlage dans ce contexte n'améliore pas l'hygiène du procédé d'abattage des porcs. Bien que le brûlage puisse réduire les contaminations microbiennes de surface, la carcasse peut être sujette à de nouvelles contaminations pendant l'étape de polissage ainsi que pendant les autres opérations de la chaîne d'abattage [10]. En effet, à la fin du brûlage, les carcasses de porcs sont lavées à l'aide d'une éponge et sont par la suite éviscérées au sol, ce qui pourrait accroître les risques de nouvelles contaminations des carcasses. Par ailleurs, la charge bactérienne en *Pseudomonas* sp. plus élevée et la forte fréquence d'identification des salmonelles sur les carcasses de porcs brûlés comparativement à celles échaudées, pourraient également traduire une mauvaise

hygiène des opérations post-brûlage. Cette charge de *Pseudomonas* plus élevée peut être en défaveur d'une bonne conservation des carcasses de porcs brûlés si elles ne sont pas dans l'immédiat transformées après abattage. Les charges en staphylocoques obtenues dans la présente étude pour les deux pratiques d'épilage sont dans l'ensemble supérieures à celles rapportées par [13] (1.3log UFC/ cm²). L'hygiène de l'abattage des porcs doit être améliorée, quelle que soit la pratique d'épilage des porcs afin d'offrir aux consommateurs de la viande de bonne qualité hygiénique.

5. Conclusion

L'évaluation, de la qualité physico-chimique et bactériologique de la viande de porcs brûlés et échaudés et de la perception des acteurs de la filière au Bénin a montré que l'hygiène du procédé d'abattage des porcs, quel qu'en soit le type d'épilage est insatisfaisante et que seules la luminosité et la teinte varient de la viande du porc brûlé à celle du porc épilé du point de vue de la qualité physico-chimique. Le brûlage est plus adopté par les charcutiers et la viande de porcs brûlés est plus préférée par les consommateurs. Ces derniers estiment que la viande de porcs brûlés a un meilleur goût et cuit rapidement. Pour les charcutiers, le brûlage bien qu'étant fastidieux est plus rentable que l'épilage. Les fortes charges bactériennes obtenues indiquent la nécessité d'améliorer les pratiques d'hygiène pendant les opérations d'abattage des porcs. L'étude mérite d'être approfondie en termes d'évaluation des qualités sanitaires, organoleptiques et technologiques des viandes issues des porcs abattus au Bénin.

Références

- [1] - S. R. DOGNON, C. F. A. SALIFOU, J. DOUGNON, M. DAHOUDA, M. L. SCIPPO et A. K. I. YOUSAO, *J Appl. Biosci*, 124 (2018) 12476 - 12487
- [2] - FAOSTAT, "Élevage primaire", (2020). [En ligne]. Disponible sur : fao.org/faostat/fr/#data/QL, (24 Mai-2020)
- [3] - P. S. KIKI, M. DAHOUDA, S. S. TOLEBA, S. G. AHOUNOU, I. O. DOTCHE, B. GOVOEYI, N. ANTOINE-MOUSSIAUX, G. A. MENSAH, S. FAROUGOU et I. YOUSAO ABDOU KARIM, *Rev. Elev. Med. Vet. pays Trop.*, 71 (1 - 2) (2018) 67 - 74
- [4] - B. GOVOEYI, "Innovation participative par filière : cas de la filière porc au Sud-Est du Bénin", Thèse unique, Université de Liège, Belgique, (2020) 165 p.
- [5] - M. MONTCHO, A. B. ABOH, A. A. SEIDOU, E. D. DAYOU, E. A. PADONOU, S. BABATOUNDE et J-L HORNICK, *Am. J. Environ. Eng. Sci*, 5 (4) (2018) 104 - 112
- [6] - O. O. OMOTOSHO, B. O. EMIKPE, O. T. LASISI and O. V. OLADUNJOYE, *African J. Infect. Dis.*, 10 (2) (2016) 146 - 155
- [7] - AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS (AFSSA), "Avis de l'agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux méthodes alternatives à la décontamination chimique des carcasses", Maison-Alfort : Edition AFSSA, (2007) 10 p.
- [8] - P. I. OKOH AND A. B. OMOJOLA, *Asian Food Sci. J.*, 3 (1) (2018) 1 - 7
- [9] - A. B. OMOJOLA AND A. O. K. ADESEHINWA, *WJ Zool*, 1 (1) (2006) 24 - 29
- [10] - A. MINVIELLE, A. LE ROUX et S. DE MONTZEY, *Viandes Prod. Carnés*, 24 (3) (2005) 83 - 87
- [11] - A. M. EKANEM, A. E. IJEZIE, I. A. UDO, U. E. EKRIKPO and A. U. IDUNG, *J. Adv. Med. Pharm. Sci.*, 22 (7) (2020) 23 - 33
- [12] - C. C. HEDJI, F. M. HOUNDONUGBO, U. P. TOUGAN, M. R. B. HOUINATO and D. E. FIOGBE, *Food Nutr. Sci.*, 6 (16) (2015) 1514

- [13] - M. T. KPODEKON, J. S. E. GOUSSANOU, E. Y. ATTAKPA, C. K. BOKO, S. G. AHOUNOU, C. F. A. SALIFOU, U. P. TOUGAN and A. K. I. YOUSSAO, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 2 (5) (2013) 98 - 109
- [14] - D. G. H. ANIHOUI, Y. E. KPOCLOU, M. F. ASSOGBA, O. H. IKO AFE, G. LEGBA, M. SCIPPO, D. J. HOUNHOUIGAN, V. B. ANIHOUI and J. MAHILLON, *J. Food Saf.*, 40 (1) (2020) e12731
- [15] - O. H. IKO AFE, D. G. ANIHOUI, M. F. ASSOGBA, E. L. ANIHOUI, Y. E. KPOCLOU, C. DOUNY, J. MAHILLON, V. B. ANIHOUI, M.-L. SCIPPO and D. J. HOUNHOUIGAN, *J. Food Compos. Anal.*, (2020) 103549
- [16] - C. F. A. SALIFOU, G. S. AHOUNOU, T. M. ISSIFOU et A. K. I. YOUSSAO, In *"16^e Journées des Sciences du Muscle et de la Technologie de la Viande"*, Ed. Paris-UIC-P, (2016) 39 - 40
- [17] - C. F. A. SALIFOU, M. DAHOUDA, G. S. AHOUNOU, S. A. A. OLUTCHI, R. AGOSSA, M. B. KONSAKA and A. K. I. YOUSSAO, *Asian J. Biotechnol.*, 12 (2020) 120 - 126
- [18] - ISO 17604, "Microbiologie des aliments. Prélèvement d'échantillon sur des carcasses en vue de leur analyse microbiologique", (2003) 15 p.
- [19] - ISO 6887-2, "Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique", (2004) 16 p.
- [20] - P. CARTIER, *Viandes Prod. Carnés*, 11 (1990) 215 - 216
- [21] - ISO 7251, "Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d'Escherichia coli présumés", 3^e édition, (2005) 13 p.
- [22] - ISO 13720, "Viande et produits à base de viande. Dénombrement des *Pseudomonas spp. Présomptifs*", (2010) 8 p.
- [23] - ISO 6888-3, "Microbiologie des aliments-Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces), (2003) 11 p.
- [24] - ISO 6579, "Méthode horizontale pour la recherche de *Salmonella spp.*", (2002) 26 p.
- [25] - W. JIRA, M. PÖHLMANN, A. HITZEL and F. SCHWÄGELE, in *Proceedings of International 57th Meat Industry Conference. Belgrade*, (2013)
- [26] - Y. ADENIJI, I. ALHIDARY and A. ABIDOYE, *Egypt. J. Vet. Sci.*, 50 (2019) 135 - 144
- [27] - O. C. FELIX, N. A. JOHN and E. V EKENE, *J. Adv. Vet. Anim. Res.*, 3 (4) (2016) 392 - 398
- [28] - M. R. MANALO and A. A. GABRIEL, *Philipp. J. Sci.*, 149 (1) (2020) 1 - 19
- [29] - W. PRZYBYLSKI, K. KAJAK-SIEMASZKO, D. JAWORSKA and S. NIEMYJSKI, *Viandes Prod. Carnés*, (2015) 6 p.
- [30] - A. K. I. YOUSSAO, T. M. KPODEKON, G. B. KOUTINHOUI, A. ADJAPKA, A. YACOUBOU et S. AHOUNOU, *Bull. Rec. Agr. Bénin*, 61 (2008) 17 - 24
- [31] - BOZEC, A. AZARD, A. VAUTIER, A. AUBRY and P. FROTIN, *Viandes Prod. Carnés*, 26 (1) (2007) 3 p.
- [32] - A. PUTRA, S. WATTANACHANT and C. WATTANACHANT, *Walailak J. Sci. Technol.*, 13 (2) (2016) 101 - 116
- [33] - J. WYRWISZ, A. POLTORAK, E. POLAWSKA, M. PIERZCHALA, A. JOZWIK, M. ZALEWSKA, R. ZAREMBA and A. WIERZBICKA, *Anim. Sci. Pap. Reports*, 30 (4) (2012) 339 - 351
- [34] - COMMISSION EUROPEENNE, "Règlement (CE) n° 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires (JOUE du 22/12/2005)," (2005) 29 p.
- [35] - A. J. ILBOUDO, A. SAVADOGO, S. SAMANDOULOGOU, M. ABRE, M. SEYDI et A. TRAORE, *Rev. Microbiol. Ind. Sanit. Environnementale*, 10 (1) (2016) 33 - 55