

Contribution to the study of the bacteriological quality of red offal from cattle in Tunisia

Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des abats rouges de bovins en Tunisie

Jébali M.^{1,4*}, Ben Rhayem M.², Amairia S.⁴, Abdelaali H.³, Ettriqui A.⁴, Oueslati W.⁴ & Zrelli S.⁴

¹*Division Contrôle Sanitaire et Vétérinaire - DGH Subsistances- DG Santé- Min. Déf.- Base Militaire Ksar Saïd, 2009, Tunis,*

²*Laboratoire Militaire d'Analyses Alimentaires- DG Santé- Min. Déf.- Base militaire Bâb Sâadoun, 1005, Tunis,*

³*Direction des Fermes Militaires - DG Santé - Min. Déf.- Base Militaire Ksar Saïd, 2009 Tunis,*

⁴*Service HIDA OA - Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire, 2020, Sidi Thabet, Tunis.*

*Corresponding author: mounirjbeli@yahoo.fr

Abstract - The present study relates to the evaluation of the bacteriological quality of red cattle's offals at the slaughterhouse. Offals are a part of meat, which is defined as all edible parts of the animal after preparation at the slaughterhouse. The national and European legislative texts, currently valid, which established the microbiological criteria of food, have not retained bacteriological criteria for offals. The aim of this study is to evaluate the bacteriological quality of the cattle's offal at the slaughterhouse. The results obtained could contribute to improving knowledge in order to propose microbiological criteria relating to these food categories.

Our study involved a total of 921 samples of cattle's offal (liver, kidney, spleen, lung), 601 of them were the subject of a search for *Salmonella* spp. and 320 were the subject of an enumeration of Total Aerobic Mesophilic Flora (T.A.M.F.), of *Escherichia coli* (*E. coli*), of Sulfite-Reducing Anaerobes (A.S.R.) and of coagulase-positive *Staphylococcus*.

Our results revealed that the prevalence of *Salmonella* spp. (safety criterion) in offal is 5% (29/601). So, 95% of the samples have a satisfactory quality for this criterion.

Serotypes of *Salmonella* spp. identified were *S. Anatum* (51.8%), *S. Montevideo* (13.8%), *S. Zinzibar* (13.8%) and *S. Mbandaka* (7%).

The counts relating to the criteria of processes hygiene in offals showed that the average contents were 6.104 cfu/g for the T.M.A.M., 50 cfu / g for *E. coli*, 15 cfu / g for the A.S.R. and 1.56 cfu / g for coagulase positive *Staphylococcus*.

The microbiological criteria proposed in our protocol could be adopted for cattle's offals.

Key words: Cattle, offal, microbiological criteria.

Résumé - La présente étude porte sur l'évaluation de la qualité bactériologique des abats rouges de bovins à l'abattoir. Les abats font partie des viandes, qui sont définis comme étant toutes les parties comestibles de l'animal après préparation à l'abattoir. Les textes réglementaires nationaux et européens, actuellement en vigueur, qui régissent les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires, n'ont pas retenu de critères bactériologiques pour les abats. L'objectif de notre étude est de déterminer la qualité bactériologique des abats de bovins à l'abattoir. Ainsi, les résultats obtenus pourraient contribuer à améliorer les connaissances pour proposer des critères microbiologiques relatifs à cette catégorie de viande.

Notre étude a porté sur un total de 921 échantillons d'abats de bovins (foie, reins, rate, poumons), dont 601 ont fait l'objet d'une recherche de *Salmonella* spp. et 320 ont fait l'objet d'un dénombrement de la Microflore Aérobique Mésophile Totale (M.A.M.T.), d'*Escherichia coli* (*E. coli*), des Anaérobies Sulfite-Réducteurs (A.S.R.) et de *Staphylococcus* à coagulase positive.

Nos résultats ont révélé que la prévalence de *Salmonella* spp. (Critère de sécurité) dans les abats était de 5% (29/601). Ainsi 95% des échantillons sont de qualité satisfaisante pour ce critère.

Les sérotypes de *Salmonella* spp. Identifiés étaient *S. Anatum* (51,8%), *S. Montevideo* (13,8%), *S. Zinzibar* (13,8%) et *S. Mbandaka* (7%).

Les dénombrements relatifs aux critères d'hygiène des procédés dans les abats ont montré que les teneurs moyennes étaient de 6.104 ufc/g pour la M.A.M.T., 50 ufc/g pour *E. coli*, 15 ufc/g pour les ASR et 1,56 ufc/g pour *Staphylococcus* à coagulase positive

Les critères microbiologiques proposés dans notre protocole pourraient être adoptés pour les abats.

Mots-clés : Bovins, abats, critères microbiologiques.

1. Introduction

La filière des viandes rouges en Tunisie occupe une place de première importance dans l'économie agricole et agro-alimentaire. Les viandes bovines contribuent à la satisfaction d'une demande en viande rouge qui ne cesse d'augmenter, et ce, malgré la forte augmentation du prix de vente à la consommation, surtout pour les abats et plus particulièrement pour le foie.

Les abats ont été définis dans la réglementation nationale et européenne ; il s'agit des organes externes et internes de l'animal de boucherie qui sont consommables (Règlement (C.E.) N° 853/2004 du 29 avril 2004; Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 04 janvier 2013). Classiquement, ces organes sont subdivisés en deux groupes, les abats rouges (foie, poumons, cœur, reins, rate) et les abats blancs (estomacs et intestins). Au même titre que la carcasse des animaux de boucherie, les abats font partie des viandes, qui sont définis comme étant toutes les parties comestibles de l'animal après préparation à l'abattoir.

Les viandes d'une manière générale, et les abats plus particulièrement, restent des denrées alimentaires rapidement altérables, qui de surcroît peuvent être source de contamination par des agents pathogènes.

Les viandes peuvent en effet, être contaminées depuis le stade de la production primaire, en l'occurrence à l'abattoir, par des bactéries provenant de l'animal porteur.

Le non respect des règles de bonnes pratiques d'abattage, entraîne également la détérioration de la qualité des viandes.

La qualité bactériologique des viandes doit être vérifiée régulièrement, afin d'assurer la sécurité sanitaire et la bonne aptitude à la conservation de ces denrées. Par ailleurs, les textes réglementaires nationaux et européens, actuellement en vigueur, qui régissent les critères microbiologiques des aliments, ont retenu uniquement les carcasses et les viandes transformées (Règlement (C.E.) n°2073/2005 du 05 novembre 2005 ; Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 04 janvier 2013). En ce sens, les critères microbiologiques n'ont pas été précisés pour les abats. Ceci justifie le fait que les abats soient moins soumis aux contrôles bactériologiques que les autres viandes, et qu'il y ait par conséquent moins de données sur leur qualité. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude, qui vise à déterminer la qualité bactériologique des abats de bovins à l'abattoir. Les résultats obtenus dans notre étude pourraient contribuer à améliorer les connaissances pour proposer des critères microbiologiques relatifs à cette catégorie de viande.

2. Matériels et méthodes

2.1- Echantillons

Notre étude a porté sur un total de 921 échantillons d'abats de bovins (foie, reins, rate, poumons) provenant d'animaux différents. Ces échantillons ont été prélevés à l'abattoir de Tunis et ce pendant la période allant du mois de décembre 2017 au mois de novembre 2019. (Tableau I).

Les échantillons ont été placés dans des sachets stomacher stériles, et transportés dans un caisson isotherme, au Laboratoire Militaire d'Analyses Alimentaires, où ils ont été soumis aux essais.

Tableau I : Répartition des échantillons objets de l'étude

Abats	Nombre d'échantillons soumis au dénombrement des critères d'hygiène des procédés	Nombre d'échantillons soumis à la recherche de <i>Salmonella</i> spp.	Total
Foie	80	188	268
Reins	80	114	194
Rate	80	153	233
Poumons	80	146	226
Total	320	601	921

2.2- Analyses de laboratoire

2.2.1- Critères bactériologiques

Afin de pouvoir interpréter les résultats de notre étude et de combler l'absence de données spécifiques aux abats, nous avons proposé des critères microbiologiques pouvant s'adapter à cette catégorie de viandes. A cet effet, nous nous sommes inspirés de données scientifiques et d'anciennes références réglementaires, notamment la note de service de la Direction Générale de l'Alimentation de la République Française (Note de Service D.G.A.L./S.D.H.A./ n°2001-8090 du 27 juin 2001) relative aux critères microbiologiques applicables aux aliments (Tableau II). Les critères retenus dans cette note de service ont été adaptés à l'approche de la nouvelle réglementation relative aux critères microbiologiques afin de proposer des critères (Tableau III) pour l'interprétation de nos résultats. En effet, l'approche actuelle en microbiologie alimentaire est devenue basée sur la classification en critères de sécurité (*Salmonella* spp.) et en critères d'hygiène des procédés (Microflore Aérobie Mésophile Totale, *Escherichia coli* qui fait partie du groupe des coliformes fécaux, *Staphylococcus* à coagulase positive dont le chef de file est *Staphylococcus aureus*) (Règlement (C.E.) n°2073/2005 du 05 novembre 2005). Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices, témoignent du non respect des règles d'hygiène (Anses, 2010) ; elles ont été classées dans notre étude parmi les critères d'hygiène des procédés.

Tableau II : Critères microbiologiques applicables aux viandes d'animaux de boucherie (N.D.S./D.G.A.L./n°2001-8090 du 27 juin 2001)

Désignation	Microflore Mésophile à 30°C /g	Aérobie Totale à 30°C /g	Coliformes fécaux /g	<i>Staphylococcus aureus</i> /g	Anaérobies sulfito-réducteurs /g	<i>Salmonella</i> spp. / 25 g
Pièces de viande réfrigérées ou congelées	5. 10 ⁴		10 ²	10 ²	10	Absence

Tableau III : Proposition de critères microbiologiques relatifs aux abats

Critère de sécurité	Critères d'hygiène de procédés					
	Microflore Mésophile à 30°C /g	Aérobie Totale	<i>Escherichia coli</i> /g	<i>Staphylococcus coagulase +</i> / g	à	Anaérobies sulfito-réducteurs /g
Absence dans 25g	m*= M**=5.10 ⁵	5.10 ⁴	m*=10 M**=10 ²	m*=10 ² M**=10 ³		m*=10 M***=30

* Valeur normative

** Seuil d'acceptabilité (10 x m)

*** Seuil d'acceptabilité (3 x m)

L'interprétation des résultats sera faite selon un plan à deux classes (critères de sécurité) et un plan à trois classes (critères d'hygiène des procédés) conformément aux dispositions du règlement.

2.2.2. Méthodes d'analyses bactériologiques

La recherche de *Salmonella* spp. a été effectuée en se référant à la norme internationale I.S.O. 6579 (2004) ; le sérotypage des souches isolées a été fait à l'Institut Pasteur de Tunis.

Le dénombrement de la Microflore Aérobie Mésophile Totale (M.A.M.T.) a été réalisé par la norme I.S.O. 4833 (2003).

Le dénombrement d'*Escherichia coli* (*E. coli*) et de *Staphylococcus* à coagulase positive (S.C.P.) a été effectué respectivement, conformément à la norme I.S.O. 16649-2 (ISO, 2001) et à la norme I.S.O. 6888-2 (I.S.O., 2003).

Le dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices a été fait selon la norme I.S.O. 15213 (I.S.O., 2003).

3. Résultats et Interprétation

3.1. Critère de sécurité

En se référant au Règlement (C.E.) n°2073/2005 du 05 novembre 2005, pour le critère de sécurité (*Salmonella* spp.), les échantillons sont classés en deux catégories : satisfaisante, lorsqu'aucune présence de *Salmonella* spp. n'est révélée et non satisfaisante dans le cas d'une contamination salmonellique (plan à 2 classes)

Nos résultats ont révélé que la prévalence de *Salmonella* spp. dans les abats est de 5% (29/601). Ainsi, 95% des échantillons sont de qualité satisfaisante pour ce critère (Tableau IV).

Tableau IV : Interprétation des résultats relatifs à la recherche de *Salmonella* spp. dans les abats

Echantillons	Qualité bactériologique	
	Satisfaisante (%)	Non Satisfaisante (%)
Foie	94,70% (178/188)	5,30% (10/188)
Reins	99,10 % (113/114)	0,90 % (1/114)
Rate	91% (139/153)	9% (14/153)
Poumons	97% (142/146)	3% (4/146)
Total	95% (572/601)	5 % (29/601)

Le tableau V présente la prévalence des sérotypes de *Salmonella* spp. isolés dans la présente étude.

Tableau V : Prévalence des sérotypes de *Salmonella* spp. isolés dans les abats

Sérotype	Prévalence (%)
S. Anatum	51,8% (15/29)
S. Montevideo	13,8% (4/29)
S. Zinzibar	13,8% (4/29)
S. Mbandaka	7% (2/29)
S. Agona	3,4% (1/29)
S. Cerro	3,4% (1/29)
S. Infantis	3,4% (1/29)
S. Kentucky	3,4% (1/29)

3.2- Critères d'hygiène des procédés

Les dénombrements relatifs aux critères d'hygiène des procédés dans les abats ont montré que les teneurs moyennes étaient de 6.10^4 ufc/g pour la M.A.M.T., 50 ufc/g pour *E. coli*, 15 ufc/g pour les A.S.R. et 1,56 ufc/g pour *Staphylococcus* à coagulase positive. Ces résultats ont révélé que la rate présente des teneurs moyennes pour les critères M.A.M.T., *E. coli* et les anaérobies sulfite-réducteurs relativement élevés par rapport aux teneurs enregistrés pour les autres abats. (Tableau VI).

Tableau VI : Teneur moyenne des critères d'hygiène des procédés dans les abats

Critère	Foie	Reins	Rate	Poumons	Teneur moyenne dans les abats
M.A.M.T.	$1,4. 10^4$	$5,7. 10^3$	$1,9. 10^5$	$3,2. 10^4$	$6. 10^4$
<i>E. coli</i>	19	12	$1,4. 10^2$	20	50
<i>Staphylococcus</i> coag.+	< 10^2	6,25	< 10^2	< 10^2	1,56
A.S.R.	11,5	<10	30,6	8,5	15

En ce qui concerne l'interprétation des résultats obtenus pour les critères d'hygiène des procédés un plan à trois classes a été appliqué. Ainsi, la qualité est satisfaisante, lorsque la valeur observée est inférieure ou égale à « m » ; la qualité est acceptable lorsque la valeur observée se situe entre « m » et « M ». La qualité est par ailleurs, non satisfaisante, lorsque la valeur observée est supérieure à « M ».

Lorsque la qualité est non satisfaisante, l'abattoir est appelé à procéder à l'amélioration de l'application des bonnes pratiques d'hygiène (Règlement (C.E.) n°2073/2005 du 05 novembre 2005 ; Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 04 janvier 2013).

3.2.1- Interprétation des résultats relatifs au critère M.A.M.T.

Le tableau VII présente les taux des trois classes de qualité des abats pour le critère M.A.M.T..

Tableau VII : Classes de qualité bactériologique des abats relatives au critère M.A.M.T.

Abats	Qualité bactériologique		
	Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
Foie	96% (77/80)	4% (3/80)	0
Reins	98,75% (79/80)	1,25% (1/80)	0
Rate	52,5% (42/80)	40 (32/80)	7,5% (6/80)
Poumons	88,75% (71/80)	10% (8/80)	1,25% (1/80)
Total	84% (269/320)	13,5% (44/320)	2,5% (7/320)

3.2.2- Interprétation des résultats relatifs au critère *Escherichia coli*

Le tableau VIII présente les taux des trois classes de qualité des abats pour le critère *Escherichia coli*.

Tableau VIII : Classes de qualité bactériologique des abats relatives au critère *Escherichia coli*

Abats	Qualité bactériologique		
	Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
Foie	64% (51/80)	26% (21/80)	10% (08/80)
Reins	86% (69/80)	10% (08/80)	3% (3/80)
Rate	56% (45/80)	20% (16/80)	24% (19/80)
Poumons	80% (64/80)	12,5% (10/80)	7,5% (06/80)
Total	71,5 (229/320)	17 (55/320)	11,5 (36/320)

3.2.3- Interprétation des résultats relatifs au critère *Staphylococcus* à coagulase +

Le tableau IX présente les taux des trois classes de qualité des abats pour le critère *Staphylococcus* à coagulase +

Tableau IX : Classes de qualité bactériologique des abats relatives au critère *Staphylococcus* à coagulase +

Abats	Qualité bactériologique		
	Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
Foie	100% (80/80)	0	0
Reins	96,25% (77/80)	3,75% (3/80)	0
Rate	100% (80/80)	0	0
Poumons	100% (80/80)	0	0
Total	99 (317/320)	1% (3/320)	0

3.2.3. Interprétation des résultats relatifs au critère Anaérobies sulfito-réducteurs (A.S.R.)

Le tableau X présente les taux des trois classes de qualité des abats pour le critère Anaérobies sulfito-réducteurs (A.S.R.)

Tableau XIV : Classes de qualité bactériologique des abats relatives au critère Anaérobies sulfito-réducteurs (A.S.R.)

Abats	Qualité bactériologique		
	Satisfaisante	Acceptable	Non satisfaisante
Foie	75% (60/80)	12,5% (10/80)	12,5% (10/80)
Reins	91,75% (73/80)	7% (06/80)	1,25% (01/80)
Rate	62,5% (50/80)	11,25% (09/80)	26,25% (21/80)
Poumons	76,25% (61/80)	20% (16/80)	3,75% (03/80)
Total	76% (244/320)	13% (41/320)	11% (35/320)

4. Discussion

4.1. Critère de sécurité

Parmi les 601 échantillons objets de notre étude, 5% (soit 29/601) se sont révélés positifs vis-à-vis de *Salmonella* spp.. Cette bactérie étant retenue comme un critère de sécurité, ainsi, les échantillons contaminés sont donc considérés comme non satisfaisants, puisque la réglementation en vigueur exige l'absence de salmonelles dans 25 grammes de viande.

La présence de *Salmonella* spp. a été révélée dans 10 échantillons de foies ce qui correspond à un taux de contamination de 5,3% (10/188). Cette bactérie a été également isolée dans 1 sur 114 échantillons de reins (0,9%), 14 sur 153 échantillons de rate (9%) et 4 sur 146 échantillons de poumons (3%). Ainsi, les échantillons de rate présentent le taux de contamination le plus élevé suivis par les échantillons de foies.

Nos résultats sont différents de ceux de l'étude réalisée par Oumokhtar et coll. (1998). Ces auteurs n'ont trouvé aucune contamination salmonellique dans 20 échantillons de foies et 20 échantillons de reins de bovins.

L'étude réalisée par Karib et coll. (1994) sur un nombre de 10 échantillons de foies d'ovins, n'a révélé aucun échantillon contaminé par *Salmonella* sp..

Par ailleurs, l'étude réalisée par Ejeta et coll. (2004), en Ethiopie, sur des échantillons de viande ovine, a montré un taux de contamination par *Salmonella* sp. de 14% (12/85). Parmi les sérotypes identifiés figure *Salmonella* Infantis.

En 2015, l'étude réalisée par Martínez-Chávez et coll. au Mexique, a montré que sur un nombre de 84 échantillons de viande bovine, le taux de contamination par *Salmonella* sp. est de 39%.

Niyonzima et coll. (2017) ont étudié la qualité bactériologique de 270 échantillons de viandes d'animaux de boucherie au Rwanda. La prévalence de *Salmonella* sp. était de 19,6%.

L'étude réalisée en Ethiopie par Melkamnesh et Mulugeta (2017) sur un total de 30 échantillons de viandes d'animaux de boucherie, a montré un taux de contamination par les salmonelles de 70% (21/30). Les souches isolées étaient résistantes à l'érythromycine et à la tétracycline.

Plusieurs sources peuvent être incriminées dans la contamination des viandes par les salmonelles. En effet, *Salmonella* sp. est une bactérie ubiquiste, qui peut être isolée à partir de l'environnement où elle résiste plusieurs mois, notamment dans les eaux stagnantes (Korsak, 2004). Les volailles constituent la principale source de contamination salmonellique. Elles excrètent les bactéries dans leurs fientes et contaminent ainsi le milieu extérieur (Van Immerseel et coll., 2005).

De même, *Salmonella* sp., est un hôte habituel du tube digestif des animaux de boucherie. Ces animaux peuvent être porteurs asymptomatiques ou atteints de salmonelloses cliniques, et constituent un point de départ de contamination des viandes à l'abattoir, notamment lorsque les bonnes pratiques d'habillage ne sont pas respectées. De même lorsque les animaux sont soumis à un stress intense, les phénomènes de bactériémie digestive qui s'en suivent peuvent être à l'origine d'une contamination des viandes par *Salmonella* sp (Barrow et Lovell, 1991).

D'autre part, après pénétration dans l'organisme de l'animal, les salmonelles sont ingérées par les macrophages par phagocytose. *Salmonella* sp. peut survivre et se multiplier dans les macrophages. Ces cellules peuvent passer dans le sang et disséminer vers les organes tels que le foie et la rate, où on peut les retrouver en abondance (Barrow et Lovell, 1991). La présence de salmonelles dans les abats objets de notre étude pourrait être liée à ce mécanisme.

Notre étude a révélé la présence des sérovars suivants : Anatum (51,8%), Montevideo (13,8%), Zinzibar (13,8%) et Mbandaka (7%). Les sérotypes Agona, Cerro, Infantis et Kentucky ont présenté la même prévalence (3,4%).

Nos résultats sont proches de ceux trouvés par Oueslati et coll., 2016 qui a isolé 17 souches de *Salmonella* spp. à partir de 300 échantillons de viande bovine provenant d'abattoirs en Tunisie, avec une dominance pour les sérotypes Montevideo et Anatum.

Nos résultats sont différents de ceux rapportés par plusieurs auteurs qui ont mentionné que chez les bovins, les sérotypes les plus communs sont *S. Typhimurium*, *S. Dublin* et *S. Newport* (Wray et Davies, 2000 ; Radostits et coll., 2007 ; Aubry, 2010). En outre, dans les troupeaux laitiers, les sérotypes les plus fréquemment isolés étaient, par ordre décroissant, Cerro, Kentucky, Montevideo, Muenster, Meleagridis, Mbandaka et Newport. Mise à part *S. Dublin* reconnu à l'origine de symptomatologie particulière et certains sérotypes ont tendance à causer des cas de salmonellose clinique (*Typhimurium*, *Newport*) d'autres sont généralement détectés chez des animaux cliniquement sains (*Kentucky*, *Muenster*, *Anatum*) (Aubry, 2010). Il est à signaler que les bovins objets de cette étude sont issus des troupeaux laitiers, de plus, ces animaux subissent un examen *ante-mortem* avant leurs abattages.

L'étude réalisée par Ben Kheder (2018) sur la même catégorie de bovins, (écouvillonnage rectale juste avant abattage), révèle une prévalence de portage intestinal de 10,6% pour *Salmonella* spp., le stress du transport peut réactiver la bactérie et entraîner une excrétion fécale chez les animaux à portage positif. Par ailleurs, les volailles représentent la principale source de contamination par le sérovar Infantis (Ghoddusi et coll., 2015). Ainsi, l'identification de ce sérovar dans les abats objets de notre étude, pourrait être liée à une contamination des bovins avant leur abattage par les fientes de volaille. Il est en effet courant, en Tunisie, que les animaux de boucherie soient élevés en promiscuité avec notamment des poules. Le sérovar *Salmonella* Cerro, a par ailleurs été isolé chez les ruminants (Cummings et coll., 2010).

4.2. Critères d'hygiène des procédés

4.2.1. Microflore Aérobique Mésophile Totale

Nos résultats ont montré que 84% (269/320) des abats sont de «qualité satisfaisante», 13,5% (44/320) de «qualité acceptable» et 2,5% (7/320) de «qualité non satisfaisante». De même, notre étude a révélé que la teneur moyenne en M.A.M.T. était de 6.10^4 ufc/g, qui correspond à la classe de «qualité acceptable». Parmi les échantillons de foies objets de notre étude, 4 % (3/80) sont de «qualité acceptable» et 96% (77/80) sont de «qualité satisfaisante».

L'étude réalisée par Hemmat et coll. (2013), sur un nombre de 30 échantillons d'abats représentés par le foie, les reins et les poumons, a révélé des teneurs moyennes en MAMT de $20,1.10^4$ ufc/g, de $3,43.10^5$ ufc/g et de $18,9.10^4$ ufc/g, respectivement, ce qui correspond à la classe de « qualité acceptable » pour les trois abats étudiés.

L'étude réalisée par Khalil et coll. (2018) a montré des teneurs en M.A.M.T. de $3,9.10^4$ ufc/g, de 6.10^4 ufc/g, de $3,03.10^4$ ufc/g et de $5,4.10^4$ ufc/g pour le foie, le cœur, les poumons et la rate de bovin respectivement (25 foies, 25 cœurs, 25 poumons et 25 rates). De même, pour l'étude réalisée par Lee et coll. (2016), sur 8 foies et 8 reins de bovins, révélant des teneurs moyennes de 4.10^4 ufc/g et de 2.10^4 ufc/g respectivement (qualité satisfaisante).

Par ailleurs, l'étude réalisée par Abdelmalek et El-Khateib (2018) sur des échantillons de 10 foies, 10 reins et 27 poumons de bovins, enregistre des teneurs moyennes en M.A.M.T. de 7.10^6 ufc/g, 5.10^6 ufc/g et de 14.10^6 ufc/g respectivement. Ainsi, ces teneurs correspondent à la classe de qualité non satisfaisante. De même, les résultats observés suite à l'étude réalisée par Oumokhtar et coll. (1998), sur un nombre de 20 échantillons de foies de bovins, a montré une teneur moyenne de contamination de $1,3.10^7$ ufc/g; ce qui correspond à la classe de qualité « non satisfaisante ». Cette même étude a montré que la teneur moyenne de contamination des échantillons de reins est dans la classe de qualité non satisfaisante ($3,8.10^7$ ufc/g).

L'étude réalisée par Saadi (2003) dans un abattoir au Gouvernorat de Sousse (Est de la Tunisie) sur un nombre de 30 échantillons prélevés à partir de carcasses bovines après l'opération de douchage, a montré que la teneur moyenne en M.A.M.T. est de $2,1.10^5$ ufc /g (classe de qualité acceptable).

D'autre part, l'étude réalisée par Mocho (2005), qui a consisté à prélever des échantillons de viande à partir de 76 carcasses ovines prélevées dans trois abattoirs en France, a montré que le niveau moyen de contamination était acceptable.

La Microflore Aérobique Mésophile Totale (M.A.M.T.), regroupe un ensemble de microorganismes, dont la présence à des teneurs au delà des limites définies (5.10^5 ufc/g) signifie le non respect des bonnes pratiques de préparation des animaux.

Les abats peuvent être le siège d'une contamination très diverse depuis leur extraction. En effet, ces organes sont soumis à différentes manipulations, dont l'inspection, qui pour les poumons et le foie nécessite une palpation et des incisions.

Il est à noter que les niveaux de contamination satisfaisants, permettent de garantir la qualité et la conservabilité des viandes jusqu'à chez le consommateur. Il est évident que si les niveaux de contamination sont non satisfaisants, l'abattoir se trouve dans l'obligation de renforcer les mesures d'hygiène (Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 04 janvier 2013).

4.2.2. Escherichia coli

Nos résultats montrent que 71,5% (229/320) des abats sont de «qualité satisfaisante», 17% (55/320) de «qualité acceptable» et 11,5% (36/320) de «qualité non satisfaisante». La rate constitue l'abat qui présente le pourcentage le plus élevé appartenant à la classe qualité non satisfaisante avec 24% (19/80). La teneur moyenne globale en *E. coli* pour les abats est égale à 50 ufc/g, ce qui correspond à la classe

de « qualité acceptable », où la rate montre la teneur moyenne la plus élevée par rapport aux autres abats avec $1,4 \cdot 10^2$ ufc/g ce qui correspond à la classe de « qualité non satisfaisante ».

Oumokhtar et coll. (1998), ont par ailleurs trouvé des niveaux de contamination en coliformes fécaux (dont fait partie *E. coli*) plus importants (teneur moyenne de $6,8 \cdot 10^2$ ufc/g), sur un nombre de 20 échantillons de foies de bovins à l'abattoir.

L'étude réalisée par Saadi (2003) dans un abattoir au Gouvernorat de Sousse sur un nombre de 30 échantillons prélevés à partir de carcasses bovines après l'opération de douchage, a montré que la teneur moyenne en *E. coli* est de $1,7 \cdot 10^3$ ufc /g (classe de qualité non satisfaisante).

Escherichia coli renferme des souches commensales intestinales de l'homme et de nombreux animaux. Il s'agit d'une bactérie retenue en tant qu'indicateur de contamination d'origine fécale (Griffin et Tauxe, 1991 ; Anses, 2011a).

La contamination des abats par *E. coli* pourrait faire suite au non respect des règles de bonne pratique d'éviscération abdominale. En effet, l'étude réalisée par Ben Kheder (2018) sur la même catégorie de bovin au même abattoir, révèle une prévalence de portage intestinal de 98,1% pour *E. coli*. Il paraît par conséquent, que la contamination de la viande et notamment des abats est inévitable par des souches de cette espèce commensale et cette contamination serait plus importante en l'absence de respect des bonnes pratiques d'hygiène d'abattage et d'habillage.

Les organes thoraciques comme les poumons, seraient moins susceptibles d'être contaminés par *E. coli*, la contamination serait essentiellement liée aux différentes manipulations ou au matériel souillé.

4.2.3. Staphylococcus à coagulase positive

Les résultats de la présente étude ont révélé qu'uniquement 3 reins de l'ensemble des abats examinés étaient contaminés par *Staphylococcus* à coagulase positive.

Les souches de *Staphylococcus aureus*, font également partie des critères d'hygiène des procédés. En effet, la présence de ces bactéries à des teneurs supérieures aux limites fixées témoigne d'un non respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène par le personnel manipulateur. Il s'agit donc d'un critère adapté principalement aux denrées fortement manipulées, et donc au stade de la transformation (Anses, 2011b). En effet, à l'abattoir les reins font l'objet de décapsulation juste après leurs extractions de la cavité abdominale ce qui les exposerait aux manipulations humaines à l'origine de ce genre de contaminations.

4.2.4. Anaérobies sulfito-réducteurs

La présente étude a montré que 76% (244/320) des abats sont de « qualité satisfaisante », 13% (41/320) de « qualité acceptable » et 11% (35/320) de « qualité non satisfaisante ». De même que pour les autres critères d'hygiène des procédés, la rate a présenté le pourcentage le plus élevé appartenant à la classe « qualité non satisfaisante » avec 26,25% (21/80). La teneur moyenne en Anaérobies-sulfito-réducteurs était égale à 15 ufc/g ce qui correspond à la classe de « qualité acceptable », où la rate montre la teneur moyenne la plus élevée par rapport aux autres abats avec 30 ufc/g qui correspond à la classe de « qualité non satisfaisante ».

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices, sont telluriques et l'espèce *Clostridium perfringens* qui fait partie de ce groupe est un hôte habituel du tube digestif des ruminants (Anses, 2010).

Conclusion

L'étude de la qualité bactériologique des abats rouges de bovins à l'abattoir a révélé que 95% des échantillons sont de qualité satisfaisante pour le critère de sécurité *Salmonella spp.* De plus, cet agent pathogène a été détecté dans 5% (29/601) des abats où la rate montre une prévalence de 9%. Les isolats détectés et identifiés appartiennent à huit sérotypes différents et *S. Anatum* 51,8% (15/29) représente le sérotype prévalent suivi par *S. Montevideo* 13,8% (4/29) et *S. Zanzibar* 13,8%.

L'étude a permis de montrer en se basant sur les critères d'hygiène des procédés que malgré le peu d'échantillons de qualité insatisfaisante pour le critère M.A.M.T. (2,5%), les teneurs enregistrées sont relativement élevées atteignant $6 \cdot 10^4$ ufc/g essentiellement pour la rate ($1,9 \cdot 10^5$ ufc/g). Par ailleurs, les contaminations par *Escherichia coli* et les anaérobies sulfito-réducteurs sont en faveur de contaminations d'origine fécale lors des opérations d'éviscération et d'extraction des abats.

Le respect des bonnes pratiques d'abattage et d'habillage essentiellement lors des opérations d'éviscération, permettrait de diminuer le risque de la contamination salmonellique d'une part et d'améliorer la qualité relative aux critères d'hygiène des procédés d'autre part.

Les critères microbiologiques proposés dans notre protocole pourraient être adoptés pour les abats.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les équipes de l'Abattoir de Tunis, du Laboratoire Militaire d'Analyses Alimentaires et du Laboratoire de l'Institut Pasteur de Tunis.

Références

- Abd-El-Malek AM., El-Khateib T., (2018):** Microbiological evaluation of some edible bovine by-products, *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, **7**(1): 3449-3458.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) (2010) :** *Clostridium perfringens*. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, décembre 2010.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) (2011a) :** *E. coli* entérohémorragiques (E.H.E.C.). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, septembre 2011.
- Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) (2011b) :** *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments, septembre 2011.
- Aubry P. (2010) :** La salmonellose chez les bovins laitiers ; Présentation clinique et culture bactériologique, Mémoire es sciences Vétérinaire, Université de Montréal, pp. 108.
- Barrow P.A., Lovell M.A. (1991):** Experimental infection of egg-laying hens with *Salmonella* Enteritidis phage type 4. *Avian Pathol.*, **20**, 335-348.
- Ben Kheder R. (2018):** Etude de la prévalence et de l'antibio-résistance des souches d'*Escherichia coli* isolées de fèces de bovins prélevés à l'abattoir, Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, pp.80.
- Cummings K.J., Warnick L.D., Elton M., Rodriguez-Rivera L.D., Siler J.D., Wright E., Gröhn Y.T., Wiedmann M. (2010):** *Salmonella enterica* serotype Cerro among dairy cattle in New York: An Emerging Pathogen?, *Foodborne Pathog Dis.*, **7**(6): 659–665.
- Ejeta G., Molla B., Alemayehu D., Muckle A. (2004):** *Salmonella* serotypes isolated from minced meat beef, mutton and pork in Addis Ababa., *Rev. Méd. Vét.*, **155**(11), 547-551.
- Ghodusi A., Nayeri Fasaei B., Karimi V., Ashrafi Tamai I., Moulana Z., Zahraei T. Salehi (2015) :** Molecular identification of *Salmonella* Infantis isolated from backyard chickens and detection of their resistance genes by P.C.R.. *Iran J. Vet. Res.*, **16**(3), 293–297.
- Griffin P.M., Tauxe R.V. (1991):** The epidemiology of infections caused by *Escherichia coli* O157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli*, and the associated hemolytic uremic syndrome. *Epidemiol. Rev.* **13**, 60–98.
- International Organization for Standardization (I.S.O. 16649-2) (2001):** Microbiology of food and animal feeding stuffs- Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli*- Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide..
- International Organization for Standardization (I.S.O. 4833) (2003):** Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30°C.
- International Organization for Standardization (I.S.O. 6888) (2003):** Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces).
- International Organization for Standardization (I.S.O. 15213) (2003):** Microbiologie des aliments - Méthode horizontale pour le dénombrement des bactéries sulfito-réductrices se développant en conditions anaérobies.
- International Organization for Standardization (I.S.O. 6579) (2004):** Microbiology of food and animal feeding stuffs - horizontal method for the detection of *Salmonella* spp.

- Hemmat M., Ibrahim, Reham, A. Amin, Omima, A. Saleh, El Shafay M.S., (2013):** Quality of beef and edible offal at abattoir level, Benha Veterinary Medical Journal, Vol. 25, 2:254-263.
- Lee JW., Lee YJ., (2018):** The bacterial quality and prevalence of food borne pathogens of edible offal's from slaughterhouses in Gyeongsangbuk-do, J. Prev. Vet. Med. Vol. 40, 2: 53-58,
- Karib H., Yanguele J., Blanco D., Rota C., Carraminana J.J., Herrera A. (1993):** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses et des viscères d'agneaux fraîchement abattus, *Viandes et Prod. Carnés*, **11**, 118-129.
- Khalil A., Mousa MM., El-Bahy EM, (2018):** Sanitary condition of some raw edible beef offal, Alexandria Journal of Veterinary Sciences, 59 (2): 165-172.
- Korsak N., Clinquart A., Daube G. (2004):** *Salmonella* spp. dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique, 174–193.
- Martínez-Chávez L., Cabrera-Díaz E., Pérez-Montaña J.A., Garay-Martínez L.E., Varela-Hernández J.J., Castillo A., Lucia L., Ávila-Novoa M.G., Cardona-López M.A., Gutiérrez-González P., Martínez-González N.E. (2015):** Quantitative distribution of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* on beef carcasses and raw beef at retail establishments, *Int. J. Food Microbiol.*, **1**(210), 149-55.
- Melkannesh A., Mulugeta K. (2017):** The bacteriological quality, safety, and antibiogram of *Salmonella* isolates from fresh meat in retail shops of Bahir Dar City, Ethiopia, *Int. J. Food Sci.*, 4317202.
- Mocho J.P. (2005):** Évaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage ovin à l'aide d'examen bactériologiques de surface des carcasses, Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Toulouse, pp.48.
- Niyonzima E., Ongol MP., Brostaux Y., Korsak N., Daube G., Kimonyo A., Sindic M. (2017):** Meat retail conditions within the establishments of Kigali city (Rwanda): bacteriological quality and risk factors for *Salmonella* occurrence, *Trop. Anim. Health Prod.*, **8**, 1466-6.
- Note de Service D.G.A.L./S.D.H.A./n°2001-8090 du 27 juin 2001** relative aux critères microbiologiques applicables aux aliments. 2^{ème} version.
- Oueslati W., Rjeibi MR., Mhadhbi M., Jébali M., Gharbi M., Zrelli S., Ettriqui A., (2016):** Prevalence, virulence and antibiotic susceptibility of strains of salmonella spp., isolated from beef meat taken to slaughterhouses of Tunisia, *Meat Sci* ; **119**: 154-9.
- Oumokhtar B., Karib H., Bouchriti N., Araba A. (1998):** Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de Rabat. **18**, 169–176.
- Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W., (2000) :** Diseases caused by *Salmonella* spp., In: Veterinary Medicine, a textbook for the disease of cattle, sheep, pigs, goats and horses, 9 th edition. WB Saunders, London, , 809-826.
- Saadi I. (2003):** Contribution à l'étude de la contamination microbienne superficielle des carcasses de bovins à l'abattoir municipal de Sousse, Thèse Doct. Méd. Vét., Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet, pp.70.
- Van Immerseel F., De Buck J., Boyen F., Pasmans F., Bertrand S., Collard J.M., Saegerman C., Hooyberghs J., Haesebrouck F., Ducatelle R. (2005):** *Salmonella* dans la viande de volaille et dans les œufs : un danger pour le consommateur qui demande la mise en place d'un programme de lutte efficace. *Ann. Méd. Vét.*, **149**, 34-48.
- Wray C., Davies RH. (2000) :** *Salmonella* infections in cattle, In : *Salmonella* in domestic Animals, Wray C. and Wray A., pp. 169-190.

Textes réglementaires

Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 4 janvier 2013, fixant les conditions sanitaires pour la création des établissements de traitement, de transformation et de stockage des viandes et abats. disponible à l'adresse suivante : <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/tun132805.pdf>

Règlement (C.E.) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004, fixant les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

Règlement (C.E.) n°2073/2005 du 05 novembre 2005, fixant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.