

INFLUENCE DU PROCÉDE DE FABRICATION SUR LA CONFORMITE AUX NORMES DES PRODUITS D'UNE BOYAUDERIE INDUSTRIELLE AU CENTRE DU MAROC

A. EL OUALILALAMI^{1,3}, K. ABBADI¹, M. GUELMAN², M. IRAQUI HOUSSAINI³ et F. ERRACHIDI³

¹Laboratoire Régional de Diagnostic Epidémiologique et d'Hygiène du Milieu, Direction Régionale de la Santé, Hôpital EL GHASSANI, Fès, Maroc. E-mail : eloualilalami@yahoo.fr

²Société DRIMANO de Boyauderie de Fès.

³Laboratoire de Biotechnologie Microbienne, Faculté des Sciences et Techniques Saiss, Fès, Maroc.

RESUME

L'industrie de boyauderie a connu un développement prodigieux ces derniers temps au Maroc. Cette situation exige une conformité des produits de boyauderie destinés à l'exportation, étant donné que les produits de charcuterie sont souvent soumis à de multiples sources de contamination liées à la longueur et à la complexité de leur cheminement, c'est-à-dire, de l'étable à la table. Afin d'évaluer la qualité hygiénique des boyaux, des analyses microbiologiques ont été réalisées sur 7 lots différents de boyaux, à des stades différents de traitement dans une unité de boyauderie, au centre du Maroc. Les résultats montrent que tous les échantillons analysés durant les étapes de mesurage, égouttage et salage ont été conformes. Cependant, les étapes du calibrage, tubage et conditionnement ont présenté un pourcentage de non-conformité de 28,6, 42,9 et 14,3 %, respectivement. La non-conformité des échantillons analysés a été liée principalement à la présence de coliformes totaux et fécaux. Cette contamination fécale a sans doute été causée par le non-respect des règles d'hygiène au niveau des ateliers de production et/ou par les manipulateurs et pourrait être à l'origine d'un risque sanitaire. L'évaluation du microbisme bactérien a révélé que le calibrage, le tubage et le conditionnement sont des étapes critiques, dont la maîtrise est nécessaire pour assurer la conformité du produit fini. Ce qui traduit la nécessité d'instaurer un système de contrôle qualité.

Mots clés : Boyaux, qualité hygiénique, analyses, risque sanitaire, conformité, Maroc.

ABSTRACT

EFFECTS OF THE MANUFACTURING PROCESS ON THE CONFORMITY OF DISPATCHED PRODUCTS
IN THE GUT-DRESSING INDUSTRY IN CENTRAL MOROCCO.

The industry of gut-dressing experienced recently a significant development in Morocco. This situation requires a conformity of the dispatched product, knowing that the prepared meat products are often subject to multiple sources of contamination due to the length and the complexity of the steps followed by cattle products from shed to the consumer. In order to check the hygienic quality of the bowels, at the various stages of the manufacturing process, microbiological analyses were carried out on 7 batches in a unit of gut-dressing works in the center part of Morocco. Results show that the all samples analyzed during the stages of measuring, draining and salting were in conformity, whereas those of the stages of calibration, casing and conditioning presented a percentage of nonconformity, respectively of 28.6, 42.9 and 14.3 %. The nonconformity of the analyzed samples was due mainly to the total and fecal coliformes. This fecal contamination was probably caused by a noncompliance with hygiene during processing and/or by handling and could be at the origin of a health risk. The evaluation of the bacterial microbism shows that the stage of calibration, casing and of conditioning were critical stages, whose control was necessary to ensure the conformity of the finished product. This show the need to install a quality control system.

Key words : Bowels, hygienic quality, analyses, risk medical, conformity, Morocco.

INTRODUCTION

L'industrie agroalimentaire est l'une des industries qui ont connu un développement économique important au Maroc. Parmi ces industries, les unités de production de boyaux (boyauderies) sont bien développées du fait de l'augmentation de la demande à l'exportation des boyaux, principalement vers les pays de l'Union Européenne (El akhdari, 2006).

Cette augmentation de la demande est générale pour tous les produits naturels et a de graves conséquences sur les pays producteurs. En effet, la boyauderie figure parmi les industries les plus polluantes, car elle génère de grandes quantités de sous-produits et d'effluents liquides, créant ainsi d'importantes nuisances environnementales et sanitaires (Juillard, 2000).

Le travail des unités des boyauderies consiste à traiter les boyaux bruts issus de l'abattage à travers des bovins et à les rendre utilisables pour les charcuteries, à travers des opérations de raclage et de nettoyage. Cette activité génère inévitablement des co-produits, car plusieurs membranes de boyaux sont retirées (CRITT, 2006). Selon Brugere (2002), ces co-produits posent d'énormes problèmes de plusieurs ordres, dont les principaux sont :

- la charge organique est importante ; les sous-produits sont fermentescibles et peuvent être difficiles à conserver et à stabiliser à l'état non traité ;

- la présence de micro-organismes pathogènes pour les animaux ou pour l'homme, peut être à l'origine de risques sanitaires. En effet, la contamination de milieu naturel par les micro-organismes ou par leurs toxines, provoquerait des intoxications pouvant être parfois fatales. C'est le cas des entérotoxines sécrétées par les staphylocoques qui sont thermostables même après cuisson ou celles des *clostridium*s.

Il s'avère donc nécessaire d'évaluer la qualité microbiologique de ces boyaux au niveau des différentes étapes de fabrication. Ce qui permet de déterminer les actions correctives et assurer la conformité du produit fini d'une part, et d'autre part, prévoir l'impact des rejets de l'industrie de la boyauderie sur l'environnement, afin d'étudier la possibilité de leur traitement ou de leur

valorisation (Kherrati *et al.*, 1998 ; Beaubois, 2001).

C'est dans ce cadre que des tests microbiologiques ont été réalisés sur les boyaux, à divers stades de la transformation, dans une unité de boyauderie installée dans la ville de Fès au centre du Maroc.

MATERIEL ET METHODES

LOCALISATION DE L'ETUDE ET LES ETAPES D'ANALYSES

Les échantillons des boyaux que nous avons analysés ont été obtenus à partir d'une unité de boyauderie (DRIMANO) située dans la ville de Fès, au quartier industriel, Sidi Brahim. Les étapes analysées au cours du procédé de fabrication ont été : le calibrage, le mesurage, le tubage, l'égouttage, le salage et le conditionnement.

ECHANTILLONNAGE

Cent grammes d'échantillon ont été prélevés à différents niveaux du procédé de traitement des boyaux (7 échantillons pour chaque niveau), à l'aide de sachets stériles. Ensuite, les échantillons ont été maintenus au froid (0 - 4 °C) dans une glacière, acheminés vers le laboratoire dans un délai ne dépassant pas 6 h pour analyse. L'échantillonnage (42 échantillons) a été effectué sur plusieurs jours de manière à assurer une variabilité des échantillons dans le temps et dans l'espace.

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES BOYAUX

Préparation des solutions

Dix grammes de chaque échantillon à analyser ont été additionnés aseptiquement à 90 ml d'eau peptonée tamponnée. Le mélange a été soigneusement homogénéisé. Puis, à partir de cette dilution (1/10), des dilutions décimales jusqu'à 10^{-7} ont été réalisées dans des tubes contenant 9 ml d'eau physiologique stérile (9 g de NaCl dans un litre d'eau distillée).

Flore mésophile aérobie totale (FMAT)

La Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) regroupe l'ensemble des micro-organismes aérobies capables de croître à des températures optimales autour de 30 °C. Elle renseigne sur la charge globale du produit à analyser en microorganismes viables. Le dénombrement de la FMAT a été fait sur la gélose PCA, par ensemencement en profondeur, de 1 ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-7} . La lecture des résultats a été faite après incubation des boîtes de Pétri à 30 °C pendant 24 h.

Coliformes totaux et coliformes fécaux

Les coliformes totaux (CT) et coliformes fécaux (CF) ont été dénombrés sur gélose au Désoxycolate (DCL) par ensemencement en profondeur de 1 ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-7} . La gélose au DCL inhibe la croissance des bactéries Gram positif. La lecture se fait après incubation des boîtes de Pétri à 44 °C pour les coliformes thermotolérants et à 37 °C pour les CT pendant 24 h. A partir des boîtes de Pétri ensemencées, 30 colonies de CF ayant poussé sur les boîtes ont été repiquées sur de la gélose nutritive en tubes inclinés pour être identifiées à l'aide des tests IMVIC.

Staphylocoques

Le dénombrement des staphylocoques a été fait par ensemencement en surface de 0,1 ml des dilutions 10^{-1} à 10^{-7} sur milieu de Baird Parker. La lecture a été faite après incubation à 37 °C pendant 24h. Les souches de *S. aureus* ont formé des colonies noires avec un halo éclaircissant. Un nombre total de 20 souches a été isolé à partir des boîtes pour identification de souches présumées pathogènes.

Anaérobies Sulfito-réducteurs

Le dénombrement des sulfito-réducteurs (*Clostridium*) a été fait sur un milieu SPS dans un tube à essai (pour favoriser l'anaérobiose)

qui doit être régénéré. Ensuite, 1 ml de la suspension mère a été ajouté au tube, l'homogénéisation a été réalisée par rotation. Après solidification du milieu, les tubes ont été incubés à 46 °C, pendant 24 h.

La présence des *Clostridium*s sulfito-réducteurs a été mise en évidence par dégradation des acides aminés sulfurés et libération de H_2S qui, en présence de $FeSO_4$, forme des colonies noires apparentes à l'intérieur de la gélose.

Salmonelles

La recherche de salmonelles a été effectuée en 4 étapes selon la méthode décrite par (Anonyme, 2005) qui consiste à : un pré-enrichissement, un enrichissement, l'isolement et l'identification. Une quantité correspondant à 25 g de boyaux ont été ajoutés à 225 ml d'eau peptonée tamponnée pour la réalisation d'une suspension mère de pré-enrichissement (10^{-1}) qui a été incubée à 37 °C pendant 18 - 36 h ; 0,1 ml de culture précédente (pré-enrichissement) ont été inoculés dans un bouillon Rappaport Vissialdis, puis incubé à 42,5 +/- à 0,5 pendant 24 +/- 2 h, l'isolement des salmonelles a été réalisé sur le milieu Hektoen. Par la suite, l'incubation est faite à 37 °C pendant 24 à 48 h ; l'identification des bactéries suspectes, *Salmonella* a été réalisée à l'aide de méthodes procédures standard bactériologiques (Koneman *et al.*, 1997) et par la galerie API 20E.

En absence de normes locales et pour comparer les résultats obtenus nous avons fait appel aux standards bactériologiques des normes préconisées par l'ENSCA (Tableau 1).

ANALYSE STATISTIQUE

Le traitement statistique des résultats des analyses microbiologiques des échantillons de boyaux, a été réalisé par le logiciel Epi-info version 3.3.2. (Ayzac L., 2002). Les représentations graphiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Excel.

Tableau 1 : Standards bactériologiques des normes préconisées par l'ENSCA*

Micro-organismes recherchés	Critères	
	Désirable	Maximum
Micro-organismes aérobies à 30 °Cg ⁻¹	100000	5000000
Coliformes totaux à 37 °Cg ⁻¹	100	1000
Coliformes fécaux à 44 °Cg ⁻¹	100	1000
<i>Staphylococcus aureus</i> à 37 °Cg ⁻¹	100	1000
Spores de clostridies sulfite réductrices à 46 °C/g ⁻¹	100	1000
<i>Salmonella</i> dans 25 g à 37°C	Absence	Absence

ENSCA : European Natural Sausage Casing Association.

RESULTATS

PARAMETRES MICRO-BIOLOGIQUES DES BOYAUX À DIVERS STADES DE FABRICATION

Etape de calibrage

Les résultats des différents échantillons de l'étape de calibrage sont représentés sur la Figure 1.

Flore Mésophile Aérobie Totale

Les résultats montrent une charge en FMAT entre 10^2 et $1,3 \cdot 10^5$ ufc g⁻¹, avec une moyenne de $4,18 \cdot 10^4$ ufc g⁻¹. Le maximum ($1,3 \cdot 10^5$ ufc g⁻¹) de la FMAT a été enregistré dans l'échantillon 1 et le minimum (10^2 ufc g⁻¹) a été observé dans l'échantillon 3 (Figure 1.a).

Les Coliformes

Les résultats sont présentés sur les Figures 1.b et 1.c.

Pour les CT, la moyenne des échantillons a été importante ; elle a été d'environ de $2,24 \cdot 10^3$ ufc g⁻¹ et dépasse les normes préconisées. La valeur maximale a été de $1,1 \cdot 10^4$ ufc g⁻¹ pour l'échantillon 5 et la valeur minimale de $3 \cdot 10^1$ ufc g⁻¹ pour l'échantillon 4. Les échantillons 5 et 6 sont non-conformes, car ils ont dépassé la valeur maximale de conformité des CT préconisée par l'ENSCA (10^3 CT g⁻¹).

La charge moyenne des CF dans les échantillons analysés a été de $2,29 \cdot 10^2$ ufc g⁻¹ qui reste inférieure aux normes fixées pour les CF. La

teneur maximale ($9 \cdot 10^2$ ufc g⁻¹) a été enregistrée pour l'échantillon 5 et la valeur minimale (10^1 ufc g⁻¹) a été enregistrée pour l'échantillon 4.

Les staphylocoques

Les staphylocoques ont été présents dans les différents échantillons sauf dans l'échantillon 4, avec une moyenne de contamination d'environ $2 \cdot 10^2$ ufc g⁻¹. La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 6 ($4 \cdot 10^2$ ufc g⁻¹).

Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y'a eu absence de souches *S. aureus*. Les résultats obtenus pour les staphylocoques se sont situés dans l'intervalle de conformité (Figure 1.d).

Les Clostridium Sulfite réducteurs

La population des *Clostridium* sulfite-réducteurs a été peu abondante dans les échantillons analysés, en comparaison avec les autres populations microbiennes dénombrées (Figure 1.e).

La teneur moyenne des *Clostridium* sulfite-réducteurs dans les échantillons analysés a été de l'ordre de $2,43 \cdot 10$ ufc g⁻¹. La valeur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 3, avec $5 \cdot 10$ ufc g⁻¹, alors que la valeur minimale a été enregistrée pour l'échantillon 5, avec 10 ufc g⁻¹.

Les résultats obtenus montrent que les échantillons analysés sont conformes aux valeurs préconisées par l'ENSCA.

Les salmonelles

Leur recherche a été vaine.

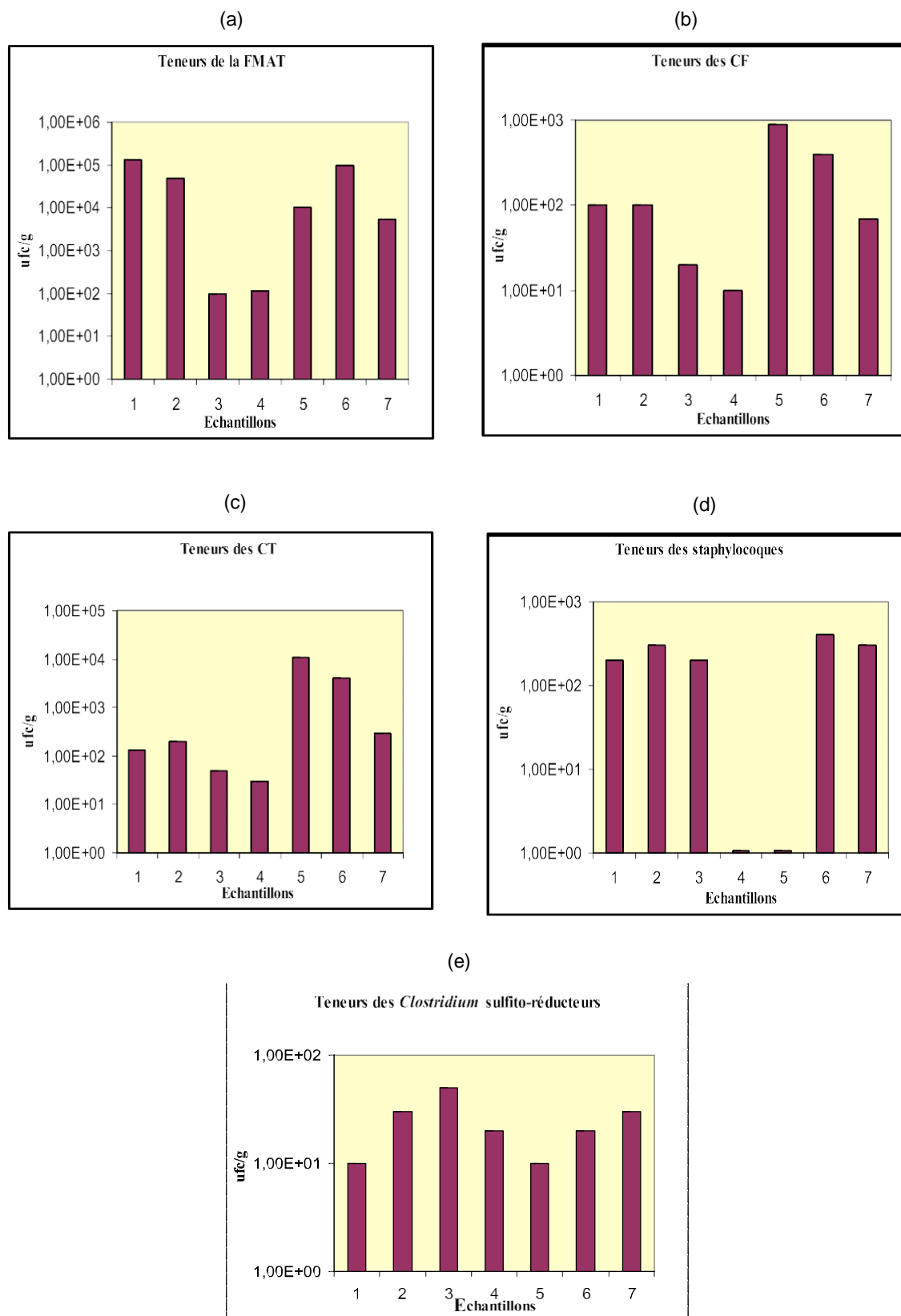


Figure 1 : Teneur des germes recherchés à l'étape de calibrage.

The required germs at the calibration stage.

Étape de mesurage

Les résultats des différents échantillons de l'étape mesurage sont présentés à la Figure 2.

Flore Mésophile Aérobie Totale

Les résultats du dénombrement de la Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) ont montré une charge se situant dans l'intervalle de conformité des différents échantillons de boyaux étudiés, et représente des taux entre $3,9 \cdot 10^2$ et $8,1 \cdot 10^4$ ufc g^{-1} , avec une moyenne de $1,48 \cdot 10^4$ ufc g^{-1} . Le maximum ($8,1 \cdot 10^4$ ufc g^{-1}) de la FMAT a été enregistré pour l'échantillon 5 et le minimum ($3,9 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}) a été trouvé pour l'échantillon 1 (Figure 2.a).

Les Coliformes

La charge moyenne des coliformes totaux (CT) dans les échantillons a été de l'ordre de $3,19 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} se situant dans l'intervalle des normes préconisées, avec une valeur maximale de 10^3 ufc g^{-1} dans l'échantillon 5 et une valeur minimale de $4 \cdot 10^1$ ufc g^{-1} dans l'échantillon 4 (Figure 2.b). En ce qui concerne les coliformes fécaux (CF), leur charge moyenne dans les échantillons analysés a été de $1,87 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} qui est une valeur conforme aux normes fixées pour les CF. La teneur maximale ($8 \cdot 10^2$ ufc g^{-1})

a été enregistrée pour l'échantillon 5 et la valeur minimale (10^1 ufc g^{-1}) a été enregistrée pour l'échantillon 4 (Figure 2.c).

Les staphylocoques

Les staphylocoques sont présents dans les différents échantillons sauf dans l'échantillon 2 avec une moyenne de contamination de l'ordre de $1,57 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} . La teneur maximale est enregistrée pour les échantillons 4 et 6 ($3 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}). Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y a eu absence de *S. aureus*. Les résultats obtenus se situent dans l'intervalle de conformité (Figure 2.d).

Les Clostridium Sulfite-réducteurs

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs sont présents dans les différents échantillons, sauf dans l'échantillon 1, avec une moyenne de contamination de l'ordre de $2,43 \cdot 10$ ufc g^{-1} (Figure 2.e). La teneur maximale a été enregistrée dans l'échantillon 5 ($9 \cdot 10^1$ ufc g^{-1}). Les résultats montrent que les échantillons analysés ont été conformes.

Les salmonelles :

Leur recherche s'est révélée négative dans les différents échantillons analysés.

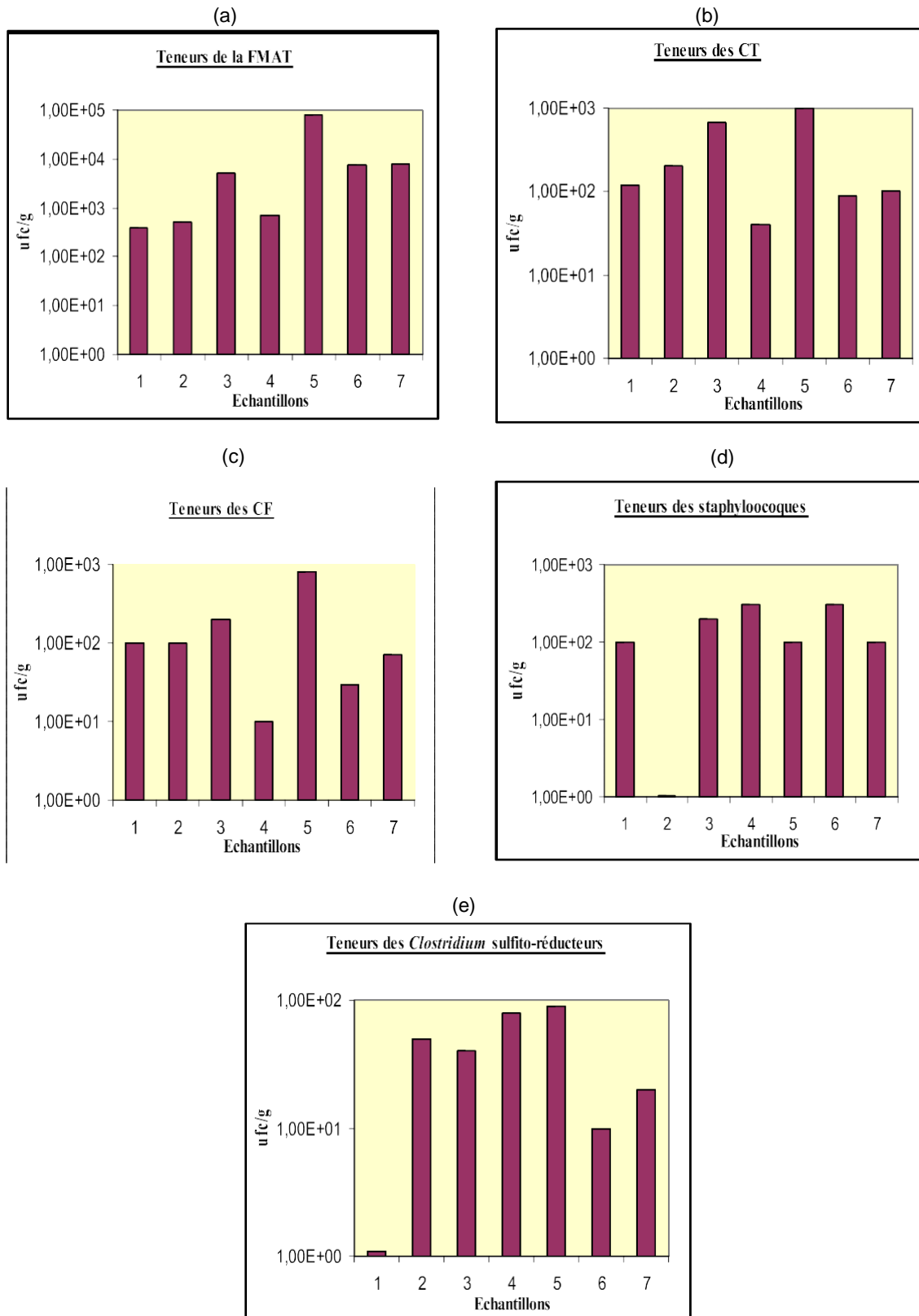


Figure 2 : Teneur des germes recherchés à l'étape de mesurage.

The required germs at the measuring stage.

Etape de tubage

Les résultats des différents échantillons de l'étape de tubage sont représentés sur la Figure 3.

FMAT

Les résultats du dénombrement de la FMAT ont montré une charge se situant dans l'intervalle de conformité de boyaux des différents échantillons étudiés, qui représente des taux variant entre 5.10^2 et 2.10^4 ufc g^{-1} , avec une moyenne de $7,4.10^3$ ufc g^{-1} . Le maximum (2.10^4 ufc g^{-1}) a été enregistré pour l'échantillon 1 et le minimum (5.10^2 ufc g^{-1}) a été trouvé pour l'échantillon 4 (Figure 3.a).

Les Coliformes

La charge moyenne des CT dans les échantillons a été importante. Elle a été de l'ordre de $1,3.10^3$ ufc g^{-1} dépassant les normes préconisées, avec une valeur maximale de 4.10^3 ufc g^{-1} pour l'échantillon 5 et une valeur minimale de 5.10^1 ufc g^{-1} pour l'échantillon 7 (Figure 3.b). Les échantillons 1, 3 et 5 ont été non-conformes, car ils ont eu des valeurs supérieures aux valeurs maximales de conformité des CT préconisée par l'ENSCA (10^3 CT g^{-1}). En ce qui concerne les CF, leur charge moyenne dans les échantillons analysés est de $5,73.10^2$ ufc g^{-1} qui n'est pas supérieure aux normes fixées pour les CF. La teneur maximale ($2,2.10^3$ ufc g^{-1}) a été enregistrée pour

l'échantillon 3 et la valeur minimale (2.10^3 ufc g^{-1}) a été enregistrée pour l'échantillon 7 (Figure 3.c).

L'échantillon 3 est non-conforme, car il dépasse la valeur maximale de conformité des CF (10^3 CF g^{-1}).

Les staphylocoques

Les staphylocoques sont présents dans les différents échantillons, sauf dans l'échantillon 2, avec une moyenne de contamination d'environ $1,86.10^2$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée dans l'échantillon 6 (5.10^2 ufc g^{-1}).

Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y'a eu absence des *S. aureus*. Les résultats obtenus se situent dans l'intervalle de conformité (Figure 3.d).

Les Clostridium Sulfite-réducteurs

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs sont présents dans les différents échantillons, avec une moyenne de contamination d'environ 4.10^1 ufc g^{-1} . La teneur maximale est enregistrée dans l'échantillon 1 (10^2 ufc g^{-1}) et la teneur minimale dans les échantillons 3 et 4, avec une valeur de 10 ufc g^{-1} (Figure 3.e). Les résultats montrent que les échantillons analysés sont conformes.

Les salmonelles

La recherche des salmonelles s'est révélée infructueuse pour les différents échantillons analysés.

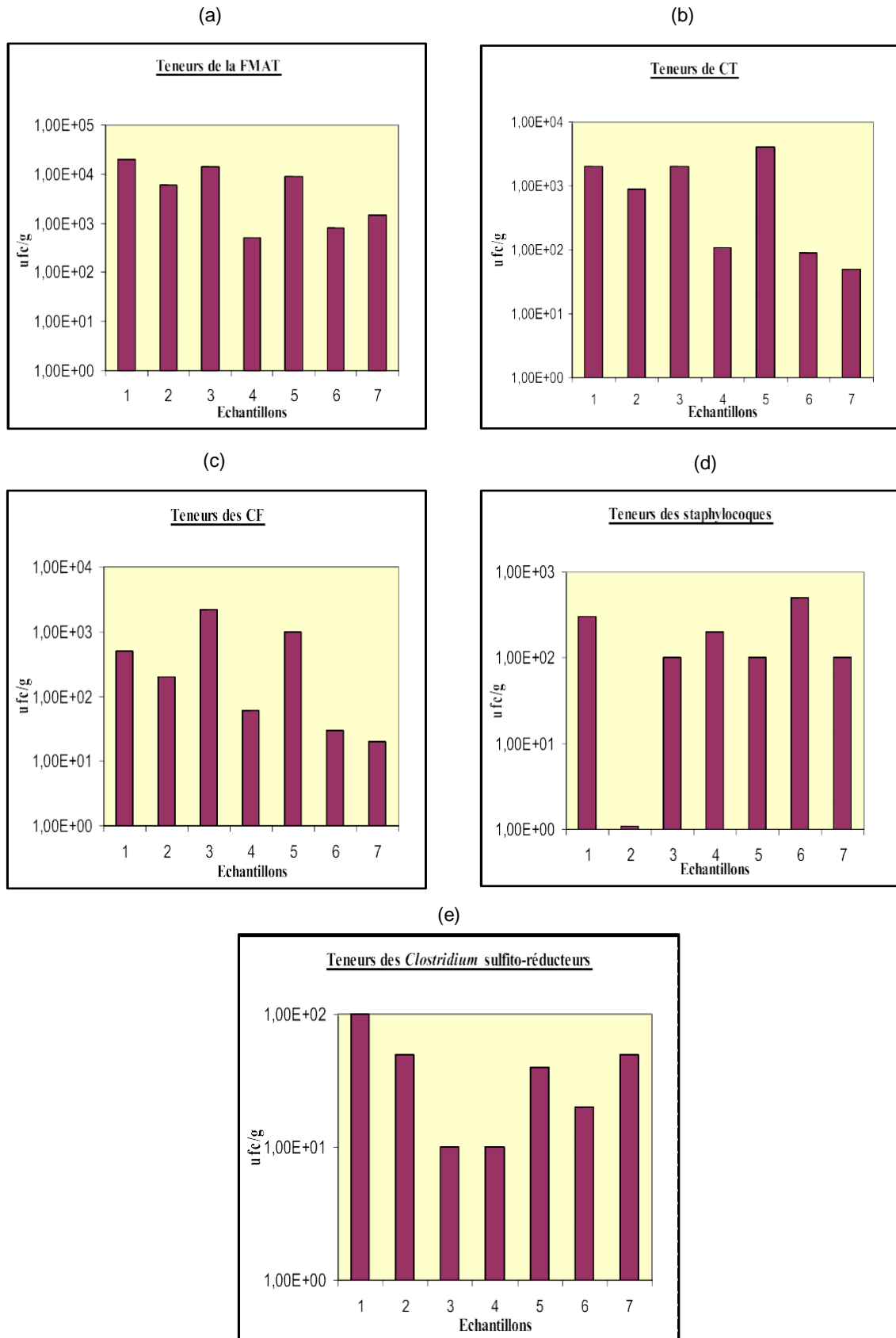


Figure 3 : Teneur des germes recherchés à l'étape de tubage.

The required germs at the casing stage.

Etape d'égouttage

Les résultats des différents échantillons de l'étape d'égouttage sont représentés sur la Figure 4.

Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)

Les résultats du dénombrement de la FMAT sont dans les normes de conformité avec des taux situés entre $4 \cdot 10^2$ et $3 \cdot 10^4$ ufc g^{-1} , avec une moyenne de $7,03 \cdot 10^3$ ufc g^{-1} . Le maximum ($3 \cdot 10^4$ ufc g^{-1}) de la FMAT a été enregistré pour l'échantillon 1 et le minimum ($4 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}) pour l'échantillon 4 (Figure 4.a).

Les Coliformes

Pour les CT, la charge moyenne dans les échantillons a été d'environ $4,13 \cdot 10^3$ ufc g^{-1} , avec une valeur maximale de 10^3 ufc g^{-1} , pour l'échantillon 7 et une valeur minimale de $3 \cdot 10^1$ ufc g^{-1} pour l'échantillon 6 (Figure 4.b).

En ce qui concerne les CF, leur charge moyenne dans les échantillons analysés a été de $5,86 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} , ce qui ne dépasse pas les normes fixées pour les CF. La teneur maximale (10^2 ufc g^{-1}) a été enregistrée pour l'échantillon 7

et la valeur minimale ($3 \cdot 10^1$ ufc g^{-1}) pour l'échantillon 6 (Figure 4.c).

Les staphylocoques

Les staphylocoques ont été présents dans les différents échantillons, sauf dans l'échantillon 2, avec une moyenne de contamination d'environ $1,86 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 6 ($5 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}).

Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y'a eu absence de *S. aureus*. Les résultats se sont situés dans l'intervalle de conformité (Figure 4.d).

Les Clostridium Sulfite-réducteurs

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs ont été présents dans les différents échantillons, sauf dans l'échantillon 1, avec une moyenne de contamination d'environ $4,16 \cdot 10$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 5 (90 ufc g^{-1}) (Figure 4.e). Les résultats montrent que les échantillons analysés ont été conformes.

Les salmonelles

La recherche des salmonelles s'est révélée négative pour les différents échantillons analysés.

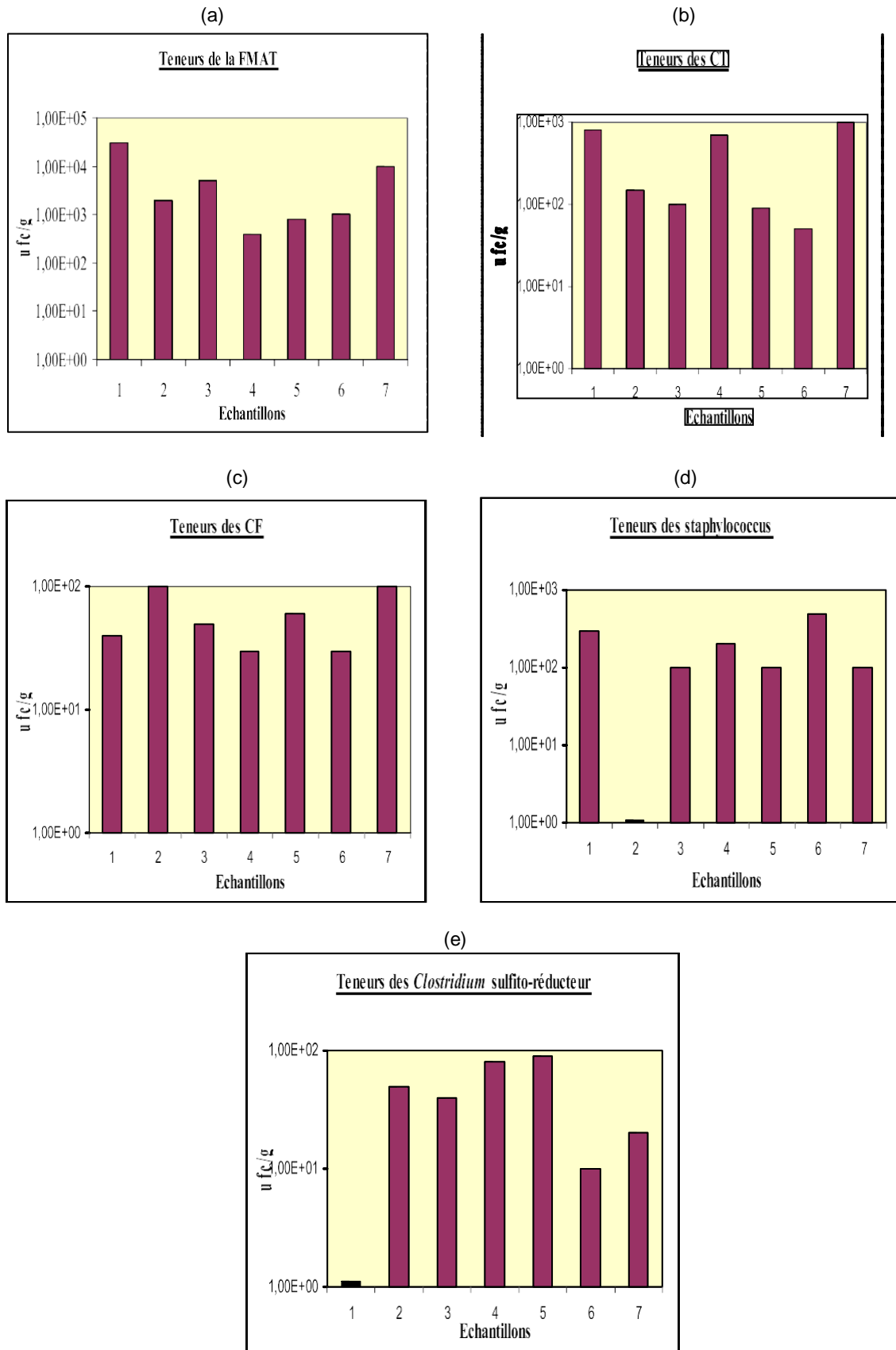


Figure 4 : Teneur des germes à l'étape d'égouttage.
The content of germs at the draining stage.

Étape de salage

Les résultats des différents échantillons de l'étape de salage sont présentés à la Figure 5.

FMAT

Les résultats du dénombrement de la FMAT ont montré une charge se situant dans l'intervalle de conformité des différents échantillons étudiés, qui représente des taux entre $1,1 \cdot 10^2$ et $8 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} , et une moyenne de $4,46 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} . Le maximum ($8 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}) de la FMAT a été enregistré pour l'échantillon 4 et le minimum ($1,1 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}) pour l'échantillon 5 (Figure 5.a).

Les Coliformes

Pour les CT, la charge moyenne dans les échantillons a été d'environ $4,71 \cdot 10^1$ ufc g^{-1} , avec une valeur maximale de 10^2 ufc g^{-1} pour l'échantillon 6 et une valeur minimale de $2 \cdot 10^1$ ufc g^{-1} pour l'échantillon 4 et 5 (Figure 5.b).

En ce qui concerne les CF, leur charge moyenne dans les échantillons analysés a été de 9 ufc g^{-1} . Ce qui est une valeur adéquate aux normes fixées pour les CF. La teneur maximale ($3 \cdot 10^1$ ufc g^{-1}) a été enregistrée pour l'échantillon 6 et avec absence pour les échantillons 2, 4 et 7 (Figure 5.c).

Les staphylocoques

Les staphylocoques ont été présents dans les différents échantillons, sauf dans 1, 2 et 3, avec une moyenne de contamination d'environ $1,58 \cdot 10^2$ ufc g^{-1} . La teneur maximale est enregistrée pour l'échantillon 7 ($7 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}). Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y'a eu absence des *S. aureus*. Les résultats se sont situés dans l'intervalle de conformité (Figure 5.d).

Les Clostridium Sulfite-réducteurs

Les *Clostridium* sulfite-réducteurs ont été présents dans les différents échantillons, avec une moyenne de contamination d'environ $5,86 \cdot 10^1$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 1 ($1,5 \cdot 10^2$ ufc g^{-1}) et la teneur minimale pour l'échantillon 2, avec une valeur de 10 ufc g^{-1} (Figure 5.e). Les résultats montrent que les échantillons analysés sont conformes.

Les salmonelles

Aucune salmonelle n'a été révélée lors de leur recherche, dans les différents échantillons analysés.

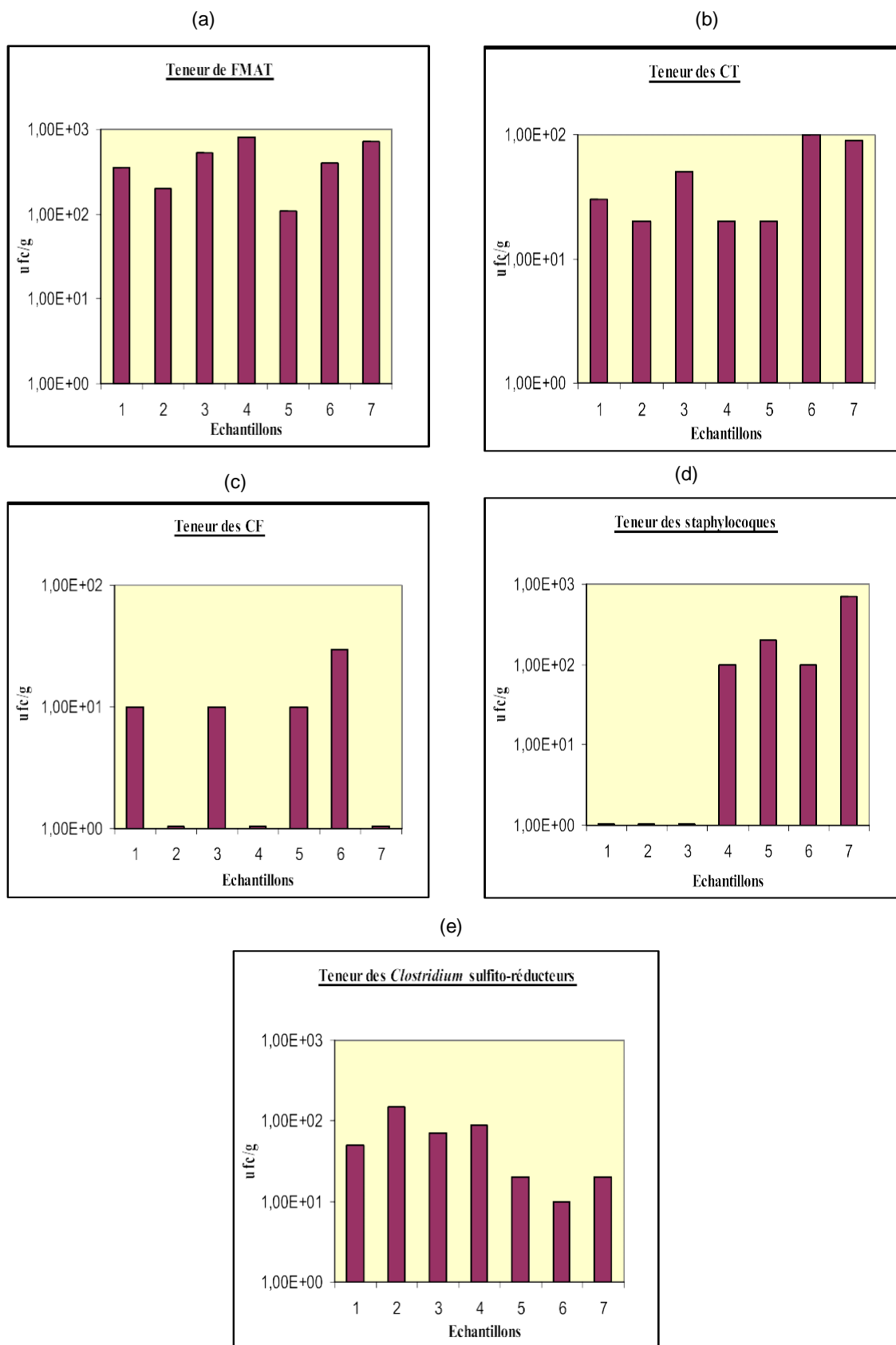


Figure 5 : Teneur des germes à l'étape de salage.
The content of germs at the salting stage.

Étape de conditionnement

Les résultats des échantillons de l'étape de conditionnement sont présentés à la Figure 6.

FMAT

Les résultats du dénombrement de la FMAT ont montré une charge se situant dans l'intervalle de conformité de boyau de l'ensemble des échantillons analysés, qui représente des taux entre 10^2 et 3.10^3 ufc g^{-1} , avec une moyenne de $1,09.10^3$ ufc g^{-1} . Le maximum (3.10^3 ufc g^{-1}) de la FMAT a été enregistré pour l'échantillon 6 et le minimum (10^2 ufc g^{-1}) a été trouvé pour l'échantillon 5 (Figure 6.a).

Les Coliformes

Pour les CT, leur charge moyenne dans les échantillons a été de l'ordre de $4,61.10^2$ ufc g^{-1} , avec une valeur maximale de $1,9.10^3$ ufc g^{-1} qui dépasse les normes pour l'échantillon 7 et une valeur minimale de 6.10^1 ufc g^{-1} pour l'échantillon 4 (Figure 6.b). En ce qui concerne les CF, leur charge moyenne dans les échantillons analysés a été de $1,24.10^2$ ufc g^{-1} qui est une charge inférieure à celle des normes fixées pour les CF. La teneur maximale (4.10^2 ufc g^{-1}) a été enregistrée pour l'échantillon 7 alors que la teneur minimale a été enregistrée pour

l'échantillon 4 avec une valeur de 2.10^2 ufc g^{-1} (Figure 6.c).

Les staphylocoques

Les staphylocoques ont été présents dans les différents échantillons sauf dans les échantillons 2, 4 et 5, avec une moyenne de contamination de l'ordre de $7,14.10^1$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 1 (2.10^2 ufc g^{-1}). Sur l'ensemble des échantillons analysés, il y'a eu absence des *S. aureus*. Les résultats se sont situés dans l'intervalle de conformité (Figure 6.d).

Les Clostridium Sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs ont été présents dans les différents échantillons, avec une moyenne de contamination d'environ $1,14.10^2$ ufc g^{-1} . La teneur maximale a été enregistrée pour l'échantillon 1 (4.10^2 ufc g^{-1}) et la teneur minimale dans les échantillons 3 et 6 avec une valeur de 10 ufc g^{-1} (Figure 6.e). Les résultats montrent que les échantillons analysés sont conformes aux normes préconisées par l'ENSCA.

Les salmonelles

La recherche des salmonelles s'est révélée infructueuse dans les différents échantillons analysés.

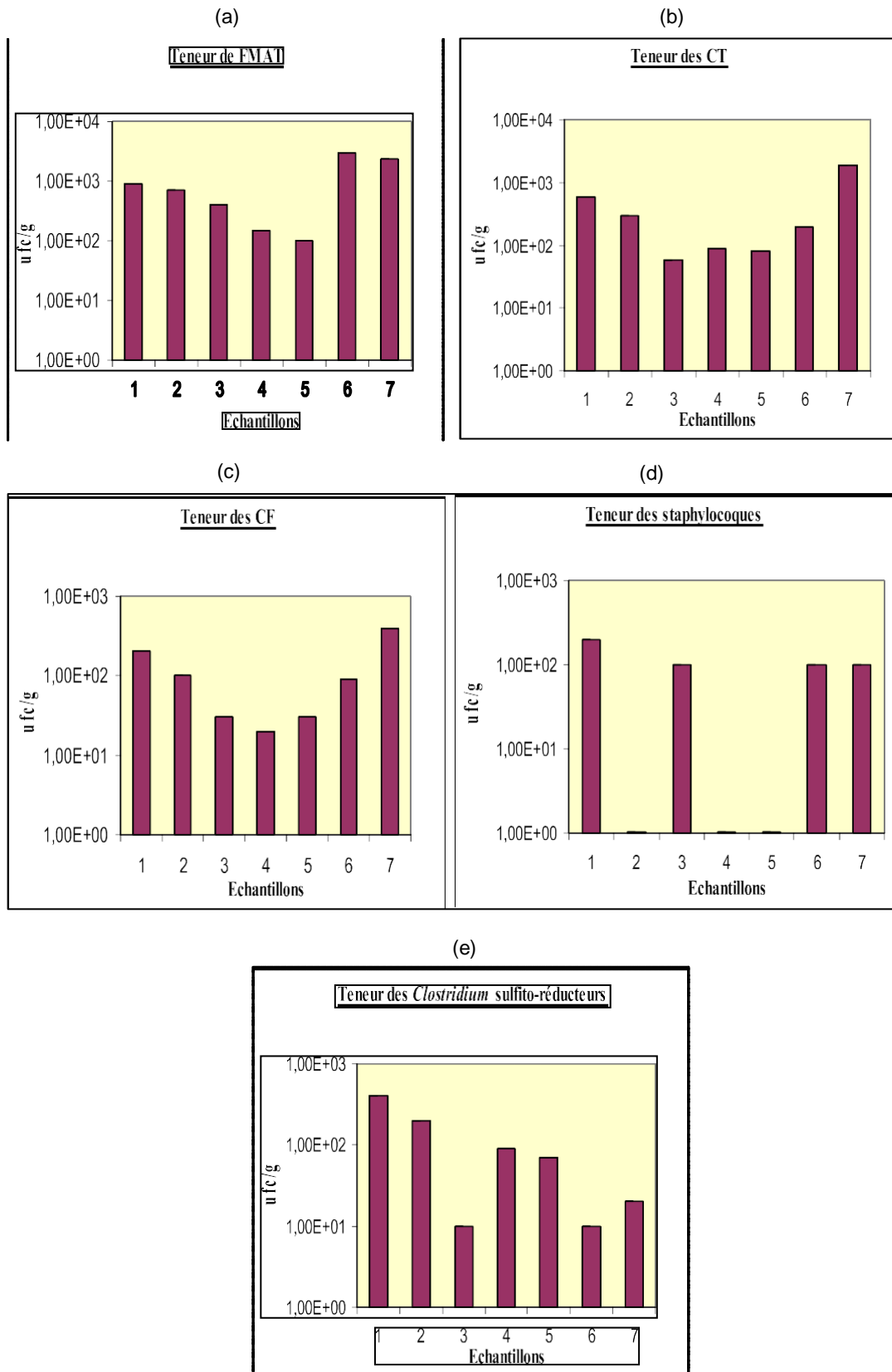


Figure 6 : Teneur des germes à l'étape de conditionnement.

The content of germs at the conditioning stage.

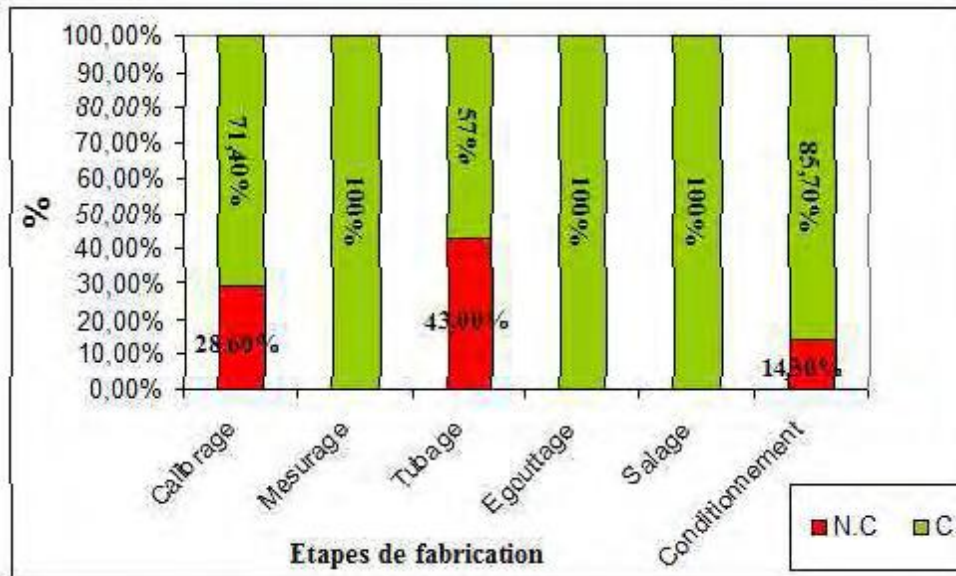


Figure 7 : Evaluation de la conformité des échantillons analysés au cours des étapes de fabrication.

Evaluation of the conformity of the samples analyzed during manufacture stage.

N.C : Non conforme ; C : Conforme

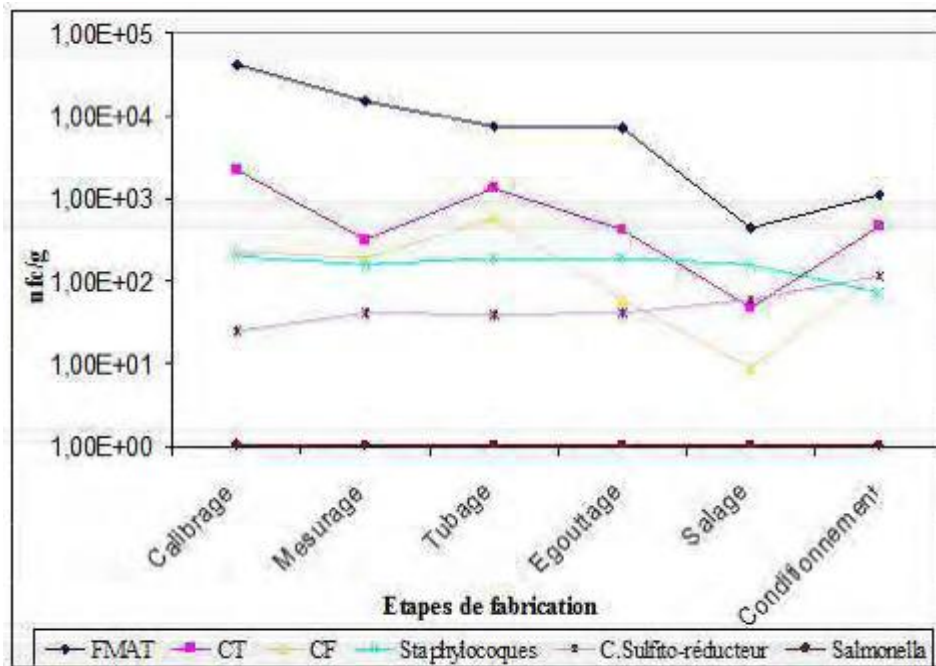


Figure 8 : Microbisme moyen des germes recherchés durant les étapes de fabrication.

Average Microbism of the germs sought during the manufacture stages.

DISCUSSION

L'évaluation de la conformité au cours des étapes de fabrication montre que la totalité des échantillons analysés durant les étapes de mesurage, égouttage et salage ont été conformes. Par contre, les analyses effectuées sur les échantillons des étapes de calibrage, tubage et conditionnement montrent que 28,6 % (échantillons 5 et 6), 42,9 % (échantillons 1, 3 et 5) et 14,3 % (échantillon 7) ont été non-conformes et cela est dû aux CT et CF.

En outre, nous avons observé que l'échantillon 7 (échantillon répétitif) a été conforme pendant les premières phases de fabrication depuis le calibrage jusqu'au salage. Par contre, il a viré non-conforme pendant l'étape finale de conditionnement.

La non-conformité des échantillons a été due à la présence de coliformes. Cette contamination par les CT et les CF est un bon indicateur de la contamination d'origine fécale. Ces germes peuvent présenter un danger pour l'homme et l'environnement, notamment *E. coli* qui est caractérisé par sa pathogénicité (Edberg *et al.*, 2000). Cette contamination peut être due au non respect des règles d'hygiène, comme au fait que ces germes fassent partie de la flore du tube digestif des animaux monogastriques (Gill *et al.*, 1976). Par la suite, leur existence a été normale si leur nombre n'a pas dépassé les limites préconisées par les normes. Kimberley (2005) a montré que la persistance d'*E. coli* dépend de la nature du milieu et de sa composition.

Concernant le microbisme bactérien des étapes de fabrication, l'analyse a montré que :

- le taux moyen de la FMAT a diminué progressivement pendant la première phase jusqu'à l'étape de salage, où il y'a eu une chute importante due, sans doute, à l'effet du lavage. Au cours de l'étape de conditionnement, il y'a eu une légère augmentation due au non respect des règles d'hygiène entre l'étape de salage et celle de conditionnement ;

- le taux moyen des CT et CF a fluctué pendant les premières phases jusqu'à l'étape de salage, ce qui est normal puisque les coliformes ne résistent pas à la salinité. Pendant l'étape de conditionnement il y'a eu une augmentation importante, probablement due au non respect,

par les employés, des conditions d'hygiène et de stockage ;

- le taux moyen des staphylocoques (environ 14^2 ufc g^{-1}) reste à peu près stagnant au cours des étapes de fabrication, même dans l'étape de salage, car ces bactéries sont halophiles, avec une légère diminution au cours de l'étape de conditionnement ;

- le taux moyen des *Clostridium* sulfito-réducteurs (environ 150 ufc g^{-1}) a été à peu près constant au cours des étapes de fabrication, avec une légère augmentation pendant l'étape de salage et de conditionnement, car ces bactéries sont halophiles. Cette présence des Clostridies sulfito-réducteurs s'explique par le fait qu'elles sont des hôtes normaux du tube digestif des animaux.

Clostridium forme des endospores qui peuvent germer et produire une exotoxine au cours de la croissance végétative. Parmi ces bactéries, *Clostridium perfringens* est capable de causer l'entérotoxémie chez l'homme et les animaux domestiques (Nasi, 1979). Ces micro-organismes sont sensibles à l'action du sel, à l'activité de l'eau et au pH. Ils ne survivent pas à une activité de l'eau inférieure à 0,6 (Guthertz *et al.*, 1976). Beutling *et al.* (1984) ont rapporté que ces bactéries ont été capables de produire des amines biogènes, notamment l'histamine et la putrescine nocives pour la santé humaine et animale.

Le Maroc a connu pendant l'été de 1999, une période d'intoxication alimentaire collective (TIAC) due à la contamination de la mortadelle (préparation de charcuterie, à base de boyaux) par les spores de *Clostridium botulinum*, ce qui a entraîné une importante mobilisation des services sanitaires et vétérinaires concernés à l'échelle nationale. Ceci a été à l'origine d'hospitalisation et décès et de dégâts économiques qui ont touché l'industrie de la charcuterie, en général, et celle de la boyauderie en particulier.

CONCLUSION

Les analyses microbiologiques des boyaux correspondant aux différentes étapes de fabrication montrent que la non-conformité des échantillons analysés a été due principalement

aux coliformes. Ces germes font partie de la flore du tube digestif des animaux, et leur existence est normale si leur nombre ne dépasse pas les normes en vigueur.

Cependant, la contamination fécale de certains échantillons analysés dépasse les valeurs limites préconisées par l'ENSCA. Ceci pourrait être expliqué par le non respect des règles d'hygiène dans les ateliers de production.

L'évaluation de la conformité et du microbisme bactérien révèle que le salage et le conditionnement sont des étapes critiques, dont la maîtrise est nécessaire pour assurer la conformité du produit fini destiné au marché. La nécessité d'analyser les causes possibles de la prolifération bactérienne et de mettre en place des mesures correctives par l'instauration d'un système HACCP est une priorité absolue.

REFERENCES

- Anonyme. 2005. Norme Marocaine 08.0.116. Recherche de *Sallmonella* dans les aliments. Ministère de Commerce et d'Industrie du Maroc.
- Ayzac L. Premiers pas dans EPI-INFO 2002. Division of Public Health Surveillance and Informatics Epidemiology Program Office, MS K74 Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Atlanta Georgia 2004, 30341 - 3717.
- Beaubois P. 2001. Approche de la maîtrise de risque microbiologique dans l'univers des viandes cuites 14^e congrès A3P Salle Rhune : Service qualité SOCOPA entreprise.
- Beutling D., Jans I. and G. Scheiber. 1984. Untersuchungen uber die bildung von histamin durch lebensmittelhygienisch bedeutsame mikroben. Monatshefte fur veterinarmedizin., 39 : 231 - 237.
- Brugere H. 2002. Effluents et déchets d'origine animale et santé publique. Actes de colloques DRIRES - STIIC «Impact sanitaire microbiologique des installations classées», France.
- CRITT. 2006. Valorisation des sous produits organiques, CRITT, Agroalimentaire PACA.
- El akhdari S. 2006. Caractérisation et valorisation des effluents liquides des boyauderies. Thèse de Doctorat. Faculté des sciences Dhar el Mahrèz Fès Maroc.
- Edberg S. C., E. W. Rice, R. J. Karlin and M. J. Allen. 2000. *Esherchia coli* : the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied microbiology, 88 : 106S -116S. Ministère de l'agriculture, 2007. Direction d'élevage, D4 D (07) 441074 RM/js.
- Gill C. O., Penny N. and P. M. Nottingham. 1976. Effect of delayed evisceration on the microbial quality of meat. Appl. Environm. Microbiol., 31 : 465 - 468.
- Gutherz L., Fruin J., Spicer D. and J. Fowler. 1976. Microbiology of frsh commincted turkey meat. J. Milk Food Technol., 39 : 823 - 829.
- Juillard A. 2000. Boyaux naturels, artificiels et synthétiques. Dans «technologie des produits de charcuterie et des salaisons» Ed° Paul Durant, Lavoisier, Paris, pp 404 - 411.
- Koneman E. W., Allen S. D., Janda W. M., Schreckenberger P. C. and W. C. Winn. 1997. Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology (5th ed.). Philadelphia : Lippincott.
- Kimberly L. A., E. W. John and J. H. Valerie. 2005. Persistence and differential survival of fecal indicator bacteria in subtropical waters and sediments. Appl. Environmental Microbiology. pp 3041 - 3048.
- Kherrati B., Faid M., Elyachioui M. and A. Wahmane. 1998. Process for recycling slaughterhouse waste land by products by fermentation. Bioresour. Techno., 63 : 75 - 79.
- Larpent J. P. 1985. Elément de microbiologie, Hermann, éditeur des sciences et arts, France.
- Nasi M. 1979. Dried poultry manure as afed ingredient for dairy cows. J. Sci. Agr. Soc. of Finland, 51 (2) : 79 - 148.