

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE-EL HARRACH
المدرسة الوطنية للطب البيطري - الحراش

Mémoire
En vue de l'obtention du
Diplôme de Magistère en Sciences Vétérinaires
Option : Hygiène et Sécurité Alimentaire

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA CONTAMINATION
SUPERFICIELLE BACTERIENNE ET FONGIQUE DES
CARCASSES BOVINES DANS LES ABATTOIRS
D'EL HARRACH-ALGER**

Présenté par : **Dr. Belaïd Rafik**

Président	Dr BENOUDAHA.A	Maître de conférence E.N.V. - Alger
Promotrice	Dr BOUKHORS. K.T	Maître de conférence E.N.V. - Alger
Co-promoteur	Dr HARHOURA. Kh	Chargé de cours E.N.V. - Alger
Examineur	Dr BENDEDDOUCHE. B	Maître de conférence E.N.V. - Alger

Année Universitaire 2006-2007

REMERCIEMENTS

J'exprime tout d'abord toute ma gratitude à mes promoteurs:

M^{elle} BOUKHORS K. T, Maître de Conférence, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, pour son aide, ses conseils et sa patience.

M^r HARHOURA Kh. Chargé de Cours, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, pour son aide précieuse, ses conseils, sa bonne humeur et sa gentillesse.

J'exprime également toute ma gratitude à M^{elle} AISSI, Maître de Conférence, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, pour son aide précieuse, sa disponibilité et sa gentillesse.

J'exprime toute ma gratitude aux membres du jury:

Mr Benouadah, Maître de Conférence, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, pour avoir bien voulu présider mon jury.

M^{me} Bouakene, Maître de Conférence, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger pour avoir bien voulu examiner ce travail.

M^r Bendeddouche, Maître de Conférence, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger pour avoir bien voulu examiner ce travail.

Je tiens également à remercier M^r le Directeur du laboratoire de l'Hygiène Urbaine d'Alger (HURBAL), M^r MAKHOUKH, pour avoir bien voulu m'accueillir au sein de son établissement pour mon stage pratique, ainsi que, M^{me} HAKEM S, Chef de Service du Département de Microbiologie Alimentaire, pour avoir facilité mon accueil au niveau du laboratoire.

Ma profonde reconnaissance est destinée au personnel praticien du laboratoire de Microbiologie Alimentaire de l'HURBAL pour leur patience, leur gentillesse, leur disponibilité et leur aide.

Je tiens également à remercier M^{elle} AIN BAZIZ H et M^{elle} TAIBI A, étudiantes en 5^{ème} année, à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alger, pour leur aide, leur sérieux et leur dévouement.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

SOMMAIRE	01
LISTE DES ABREVIATIONS	05
TABLE DES ILLUSTRATIONS	06
INTRODUCTION GENERAL	09
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I. GENERALITES	
A. Structure du muscle squelettique strié	10
B. Valeur nutritionnelle de la viande dans l'alimentation humaine.....	10
C. transformation du muscle en viande	10
II. PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES ANIMAUX EN VIANDE	
A. Définition d'un abattoir.....	12
B. Les grands principes de fonctionnement d'un abattoir.....	12
C. Les étapes de l'abattage.....	12
1. Repos et diète hydrique.....	12
2. Inspection <i>ante mortem</i>	12
3. La saignée.....	13
4. La dépouille.....	13
5. L'éviscération.....	13
6. Inspection <i>post mortem</i>	13
7. Préparation commerciale de la carcasse.....	14
8. Ressuyage et stockage de la carcasse.....	14
III. ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES	
A. L'animal	14
1. Importance du portage microbien du vivant.....	14
1.1. La flore du tube digestif.....	14
1.2. La flore du cuir et des muqueuses.....	15
1.3. La flore des voies respiratoires.....	16
2. L'état sanitaire.....	16
B. Le personnel.....	16
1. Source de contamination.....	16
2. Vecteur de contamination.....	17
3. Les mauvais comportements d'hygiène	17
C. Infrastructure et matériels.....	17
D. Le milieu.....	18
E. Les nuisibles.....	19
IV. LA CONTAMINATION ET LES CONTAMINANTS	
A. Contamination de la viande.....	19
1. Contamination <i>ante mortem</i>	19
2. Contamination agonique et <i>post mortem</i>	20
2.1. Contamination profonde.....	20
2.2. Contamination superficielle.....	20
B. Attachement des bactéries à la surface des carcasses.....	21
C. La microflore de la viande.....	21
1. Micro-organismes Saprophytes.....	21
2. Micro-organismes pathogènes.....	22
2.1. Germes d'infections vraies.....	22

2.2. Germes d'intoxications alimentaires.....	22
2.3 Germes indicateurs de l'hygiène.....	23
D. Multiplication de la flore initiale.....	25
1. Etapes de multiplication de la flore initiale.....	25
2. Conditions de la multiplication des microorganismes.....	26
2.1. La température.....	26
2.1.1. Les germes psychrophiles.....	26
2.1.2. Les germes psychrotrophes.....	27
2.1.3. Les germes mésophiles.....	27
2.1.4. Les germes thermophiles et mésothermophiles.....	27
2.2. L'activité de l'eau (a _w).....	27
2.3. Le pH et l'acidité.....	28
2.4. Le potentiel d'oxydoréduction.....	28
2.4.1. Aérobie stricts.....	28
2.4.2. Micro-aérophiles.....	28
2.4.3. Anaérobies stricts.....	29
2.4.4. Aérobie anaérobies facultatifs.....	29
2.5. La concentration en NaCl.....	29
2.6. Les facteurs nutritionnels.....	29
V. CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION MICROBIENNE	
A. Conséquences technologiques.....	29
1. Evolution des caractères organoleptiques.....	29
1.1 Aspect de la surface.....	30
1.2. Odeurs.....	30
1.3. Couleur.....	30
2. Modifications biochimiques.....	30
2.1. Catabolisme des micro-organismes.....	31
2.2 Anabolisme des micro-organismes.....	32
3. pH et pouvoir de rétention d'eau.....	32
B. Conséquences hygiéniques.....	32
1. Différents types d'altérations des viandes.....	33
1.1. Altération à température élevée (25°C – 40°C).....	33
1.2. Altération à température intermédiaire (10°C – 25°C).....	33
1.3. Altération à basse température (inférieur à 10°C).....	34
2. Danger des viandes putréfiées.....	35
C. Conséquences sanitaires.....	35
1. Gravité des maladies d'origine alimentaire.....	36
2. Maladies transmises par les viandes rouges.....	36
2.1. Les intoxications alimentaires.....	36
2.2. Les toxi-inféctions alimentaires.....	37
2.3. Les infections d'origines alimentaires.....	37
2.4. Les intoxications de « type histaminique ».....	37
VI. PRELEVEMENT DES BACTERIES DE LA SURFACE DES CARCASSES.	
A. les méthodes de prélèvement.....	38
1. Méthodes destructives.....	38
2. Les méthodes non destructives Méthodes destructives.....	38
3. Les méthodes par contact.....	39
B. Avantages et limites des différentes méthodes de prélèvement.....	39
C. Performances des méthodes destructives et non destructives.....	40

VII. MESURES VISANT À DIMINUER LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES À L'ABATTOIR

A. Les bonnes pratiques d'hygiène.....	41
1. Les bonnes pratiques d'élevage.....	41
2. Le Transport.....	42
3. Présentation des animaux a l'abattoir.....	42
4. Exigences applicables aux abattoirs.....	42
4.1. Infrastructure de base.....	42
4.2. Conditions de stabulation.....	42
4.3. Equipement des locaux d'abattage.....	43
5. Exigences applicables aux personnels.....	44
6. Règles d'hygiène dans les abattoirs.....	44
6.1. Hygiène du personnel.....	44
6.2. Utilisation des installations et des outils.....	44
6.3. Règles d'hygiène lors de l'abattage.....	45
7. Nettoyage des locaux, des installations et des outils.....	45
B. la décontamination des carcasses.....	46
• Le parage.....	46
• Rinçage à l'eau chaude.....	46
• Rinçage aux solutions d'acides organiques.....	47
C. Le système HACCP.....	47

PARTIE EXPERIMENTALE

OBJECTIFS.....	51
----------------	----

MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de l'abattoir d'El Harrach.....	54
II. Analyse bactériologique des carcasses bovines.....	55
A. Matériel et milieux de culture.....	55
B. Mode d'échantillonnage.....	56
C. Isolement et dénombrement des bactéries.....	57
1. La flore mésophile aérobie totale.....	57
2. Les psychrotrophes.....	58
3. Les coliformes totaux et fécaux.....	59
4. Les entérobactéries.....	59
5. Les <i>Escherichia coli</i>	59
III. Analyse fongique des carcasses bovines et du milieu environnant.....	
A. Matériel et milieux de culture.....	61
B. Mode d'échantillonnage.....	62
1. Les carcasses bovines.....	62
2. Le milieu environnant.....	63
C. Isolement et Identification des moisissures et des levures.....	63
1. Isolement des moisissures.....	63
2. Isolement des levures.....	63
2.1. Test de Blastèse.....	63

2.2. Test du Rice Cream.....	64
2.3. Test de l'uréase.....	64
2.4. Test de la sensibilité à l'actidione.....	64
2.5. Test de la croissance à 37°C.....	64

RESULTATS

I. Analyse bactériologique des carcasses bovines	67
A. Evaluation de la contamination globale des carcasses.....	67
B. Evaluation de la contamination par site de prélèvement.....	68
1. La Poitrine.....	68
1. 1. La flore mésophile totale et la flore psychrotrophe totale.	68
1. 2. Les entérobactéries et les coliformes.....	68
1. 3. Les <i>Escherichia coli</i>	69
2. Le Flanc.....	69
2. 1. La flore mésophile totale et la flore psychrotrophe totale.....	70
2. 2. Les entérobactéries et les coliformes.....	70
2. 3. Les <i>Escherichia coli</i>	71
3. La cuisse.....	71
3. 1. La flore mésophile totale et la flore psychrotrophe totale.....	71
3. 2. Les entérobactéries et les coliformes.....	72
3. 3. Les <i>Escherichia coli</i>	72
C. Récapitulatif.....	73
II. Analyse fongique des carcasses bovines et du milieu environnant	74
A. Isolement et identification des levures.....	74
1. Les carcasses bovines.....	75
2. Le personnel.....	76
3. Le matériel d'abattage.....	77
4. Le bâtiment.....	80
B. Isolement et identification des moisissures.....	83
1. Les carcasses bovines.....	84
2. Le personnel.....	85
3. Le matériel d'abattage.....	85
4. Le bâtiment.....	86
DISCUSSION	89
CONCLUSION ET RECOMMANDATION	101
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	105
ANNEXES	114

LISTE DES ABRESVIATIONS

ABVT: Azote Basique Volatil Total

AFNOR : Association Française de Normalisation.

BPH : Bonnes Pratiques d'Hygiène.

CCP : Critical Control Point.

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes Totaux

EFSA : European Food Safety Authority.

ENT : Entérobactéries

FAMT : Flore Aérobie Mésophile Total

FAO : Food Agriculture Organisation

FDA : Food and Drug Administration.

FSIS : Food Safety Inspection Service.

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point

IAA : Industrie Agro-Alimentaire

ISO : International Standard Organisation

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PCA : Plat Count Agar

SHU : Syndrome Hémolytique et Urémique.

TIA : Toxi-Infection Alimentaire

TIAC : Toxi-Infection Alimentaire Collective

TSE :Tryptone Sel Eau

UFR : Unité Formant Colonie

USDA: United States Departement of Agriculture.

VRBG : Gélose glucosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile

VRBL : Gélose lactosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Les figures :

Figure 1 : Chaîne d'abattage de bovins pratiquée dans l'abattoir d'El-Harrach.....	13'
Figure 2: circulation des bactéries d'origine fécale.....	15'
Figure 3 : sources de contamination du cuir des animaux.....	16'
Figure 4 : sources des contaminations superficielles des carcasses dans un abattoir.....	19'
Figure 5: courbe logarithmique représentant la division bactérienne en fonction du temps dans un milieu non renouvelé.....	26'
Figure 6: pH optimal approximatif de quelques bactéries responsables de toxi-infections alimentaires	28'
Figure 7: Les Sites de prélèvement sur les carcasses bovines pour l'analyse Bactériologique.....	56'
Figure 8 : Les Sites de prélèvement sur les carcasses bovines pour l'analyse Fongique.....	62'
Figure 9: Protocole de l'analyse mycologique.....	63'
Figure 10: Pourcentage de la flore bactérienne isolée dans la contamination globale des 30 carcasses bovines.....	67'
Figure 11 : récapitulatif.....	73'
Figure 12: Proportions des levures identifiées.....	74'
Figure 13 : Identification des levures sur les 6 sites des carcasses bovines Les chiffres correspondent au nombre de colonies isolées.....	75'
Figure 14 : Répartition des levures sur la totalité des prélèvements.....	82'
Figure 15: Proportion des moisissures identifiées.....	83'
Figure 16: Répartition des moisissures sur la totalité des prélèvements.....	88'

Liste des Photos :

Photos 1 : Méthode de prélèvement destructive (excision).....	38'
Photo 2 : Méthode de prélèvement non destructive (Ecouvillonnage).....	38'
Photo 3 : Méthode de prélèvement non destructive (Eponge abrasive).....	39
Photo 4 : abattoir moderne.....	43'
Photo 5 : Revêtement mural conforme aux règles d'hygiène dans un abattoir.....	44'
Photo 6: Enclos de stabulation de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle).....	54'
Photo 7: Salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach	

(Photo personnelle).....	54'
Photo 8: Salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle).....	54'
Photo 9: Charpente et rail aérien de la salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle).....	54'
Photo 10 : bovins saignés (Etapas de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle).....	55'
Photo 11 : Rinçage de la dépouille (Etapas de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach)	55'
Photo 12: Dépouillement en position horizontale (Etapas de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach)	55'
Photo 13: Ouverture de la cavité abdominale et fente sternale (Etapas de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle).....	55'
Photo 14 : Eviscération abdominale et dépouillement de la partie dorsale (Etapas de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle).....	55'
<u>Les tableaux :</u>	
Tableau 1 : les diverses flores commensales de l'homme.....	17'
Tableau 2: Les bactéries les plus fréquemment retrouvées dans la viande rouge fraîche	21'
Tableau 3: Levures et Moisissures les plus souvent retrouvés dans la viande fraîche	22'
Tableau 4: les principales bactéries responsables de « toxi-infections » d'origine alimentaire.....	23'
Tableau 5: Valeur de l'activité de l'eau (a_w) minimale pour la multiplication des micro- organismes rencontrés dans les viandes et produits carnés	27'
Tableau 6 : Analyse des risques pour une chaîne de production de viande bovine.....	48
Tableau 7 : Moyenne des analyses bactériologiques effectuées au niveau de 3 sites sur les 30 carcasses bovines.....	67'
Tableau 8: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur la poitrine des 30 carcasses bovines.....	68'
Tableau 9: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur le flanc des 30 carcasses bovines.....	70'
Tableau 10: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur la cuisse flanc des 30 carcasses bovines.....	72'

Tableau 11 : Nombre de prélèvements par site.....	74'
Tableau 12 : Fréquence des levures au niveau des carcasses.....	75'
Tableau 13 : Fréquence des levures chez le personnel.....	76'
Tableau 14 : Fréquence des levures dans les couteaux.....	77'
Tableau 15 : Fréquence des levures dans les haches.....	78'
Tableau 16 : Fréquence des levures dans les haches.....	78'
Tableau 17 : Fréquence des levures dans les crochets.....	79'
Tableau 18 : Fréquence des levures dans les murs.....	80'
Tableau 19 : Fréquence des levures dans le sol.....	81'
Tableau 20 : Fréquence des moisissures au niveau des carcasses.....	84'
Tableau 21 : Fréquence des moisissures chez le personnel.....	85'
Tableau 22 : Fréquence des moisissures dans les outils d'abattage.....	85'
Tableau 23 : Fréquence des moisissures dans le sol.....	86'
Tableau 24 : Fréquence des moisissures au niveau des murs et des crochets.....	87'
Tableau 25 : Fréquence des moisissures dans l'air.....	87'
Tableau 26 : Valeurs log moyennes quotidiennes des résultats marginaux et inacceptables pour les critères de performances bactériens applicables aux bovins, exprimés en ufc/cm ² pour les échantillons prélevés par la méthode destructive.....	93

De part sa valeur nutritive, la viande bovine constitue l'un des aliments de choix pour l'homme. Sa richesse en protéines, de haute valeur nutritive, fait d'elle un aliment indispensable pour une ration alimentaire équilibrée. Cependant, les qualités nutritionnelles de la viande constituent un terrain très favorable pour le développement d'une microflore variée comme les bactéries et les champignons (les mycètes). Ces derniers ont un impact sur la qualité organoleptique et hygiénique de la viande. Une grande partie de cette microflore est saprophyte et provoque des altérations en agissant sur les caractères organoleptiques des carcasses. Elle provoque ainsi la putréfaction qui constitue une altération majeure des viandes. D'autres germes sont responsables chez l'homme de toxi-infections alimentaires et d'autres maladies infectieuses. Parmi ces germes pathogènes: *Salmonella ssp*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium perfringens* et *Bacillus cereus* (Cottin *et al.*, 1985 ; Fournaud et Jouve , 1990 ; Dickson *et Anderson*, 1992).

A l'achat, 80 à 90% de la microflore retrouvée dans la viande bovine parviendrait des abattoirs (Jouve, 1990). L'abattage des bovins est la principale phase de contamination des carcasses. En effet, les différentes étapes de l'abattage, comme le dépouillement et l'éviscération, présentent une multitude d'opportunités de transfert des germes sur les carcasses. De plus, le manque d'hygiène du personnel (tels que les mains et les uniformes), des outils de travail (tels que les couteaux, les haches et les crochets) et des plans de travail, pendant les opérations d'abattage et de découpe, constituent aussi une source importante de contamination des carcasses. D'autres germes s'y développent aussi pendant les phases de stockage (comme au cours du refroidissement) et de distribution.

Notre étude est composée de deux parties:

- Une partie bibliographique qui porte sur l'origine de la contamination superficielle des carcasses bovines dans les abattoirs, son impact sur la santé humaine et sur les mesures préventives

- Une partie expérimentale qui porte sur l'appréciation de l'état d'hygiène des abattoirs d'El Harrach à Alger par un constat de visu de l'état d'hygiène de l'abattoir et des méthodes d'abattage dans un premier temps et dans un deuxième temps en déterminant le taux de contamination des carcasses bovines par des bactéries et en identifiant plusieurs espèces de champignons (levures et moisissures).

I. GENERALITES

La viande est le produit de l'évolution *post mortem* du muscle strié squelettique des mammifères, des oiseaux et des poissons que l'homme peut consommer. C'est un tissu très différencié et hautement spécialisé. C'est à son niveau qu'a lieu la transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique assurant le maintien et la locomotion des individus.

A. Structure du muscle squelettique strié

Le muscle squelettique strié est constitué de fibres musculaires, de tissu conjonctif, de vaisseaux sanguins, de fibres nerveuses et d'adipocytes. L'ensemble du muscle est recouvert d'une gaine de tissu conjonctif riche en collagène, l'épimysium. À l'intérieur de cette couche les fibres musculaires sont disposées et réunies en faisceaux délimités par le péri-mysium. Cette enveloppe de tissu conjonctif contient les vaisseaux sanguins nécessaires à l'irrigation du muscle. A l'intérieur du faisceau, les fibres musculaires sont individuellement entourées d'une gaine conjonctive lâche appelée endomysium.

B. Valeur nutritionnelle de la viande bovine dans l'alimentation humaine

Le muscle est en majorité composé d'eau (75 %) et de protéines (19 à 25 %). Les teneurs en lipides (3 à 6 %) et en glucides (1 %) sont plus faibles.

La viande est une importante source de protéines riches en acides aminés indispensables. Les protéines de la viande se caractérisent par une teneur élevée en Lysine (9, 1 g pour 100 g de protéines) et faible en acides aminés soufrés (Geay, 2002). La viande des ruminants, des bovins en particulier, est également une source de fer héminique quatre fois plus importante que la viande de poulet. Le fer héminique est 5 à 6 fois mieux absorbé que le fer non héminique des végétaux. Le zinc est également abondant dans la viande bovine (CIV, 1996). La viande des ruminants est une source importante de vitamines du groupe B (B1, B2, B6, B12 et Niacine), en particulier de vitamines B6 et B12, qui sont virtuellement absentes des produits végétaux mais synthétisées par des micro-organismes des ruminants (Favier *et al* 1995).

C. Transformation du muscle en viande

Après abattage du bovin, on observe sur les muscles squelettiques 2 modifications majeures :

- Diminution de la masse musculaire de la carcasse due à la perte par les muscles de l'eau par évaporation et exsudation,

- la maturation de la viande qui correspond à la transformation du muscle en viande au cours de laquelle le muscle acquiert ses qualités organoleptiques (tendreté et saveur).

Le muscle passe successivement par 3 phases différentes : l'état pantelant, la rigidité cadavérique et la phase de maturation proprement dite:

- La phase pantelante

Cet état survient immédiatement après la mort de l'animal. Il se traduit par des contractions persistantes de la musculature probablement dues à des excitations nerveuses. Les muscles sont détendus, flasques et les membres sont facilement mobilisables dans leur axe osseux. Sa durée coïncide avec la durée de survie du système nerveux et n'excède pas les 20 à 30 minutes. A ce stade, on ne peut théoriquement pas encore parler de viande.

- La phase de la rigidité cadavérique

Avec la fin de la phase pantelante (les 3 premières heures après abattage), la rigidité cadavérique ou la *rigor mortis* s'installe progressivement. Le muscle souple, élastique, contractile devient progressivement rigide. Elle résulte suite à une acidification du tissu musculaire et une contraction des fibres musculaires. Immédiatement après abattage, le muscle possède une réserve d'ATP suffisante pour maintenir la dissociation de l'actine et de la myosine et donc un relâchement du muscle après une contraction. Par la suite, les molécules d'ATP proviennent de l'hydrolyse anaérobie du glycogène musculaire engendrant une accumulation d'acide lactique dans le muscle contribuant à abaisser le pH du muscle (les apports en oxygène et en glucose interrompus par l'arrêt de la circulation sanguine). La chute du pH inhibe la voie de la glycolyse anaérobie.

- La Phase de maturation proprement dite

C'est la phase ultime du processus de transformation du muscle en viande au cours de laquelle le muscle s'attendrit naturellement et se forment les précurseurs des arômes et de la saveur de la viande. La chute du pH dans le muscle permet l'activation de certaines enzymes comme les cathepsines et les calpaïnes qui progressivement fragmentent les protéines du muscle et permettent ainsi son attendrissement naturel. Les calpaïnes initient la dégradation des myofibrilles.

II. PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES ANIMAUX EN VIANDE

A. Définition d'un abattoir

L'abattoir est un établissement, public ou privé, assurant l'abattage, la préparation et la distribution d'animaux de boucherie. On y transforme les animaux d'élevage en produits finis destinés à la consommation. Cet établissement réglementé sur le plan sanitaire est un lieu d'inspection de salubrité des viandes (inspection ante et post mortem).

La transformation des animaux en viande prête à la consommation se fait en plusieurs étapes.

B. Les grands principes de fonctionnement d'un abattoir

L'abattoir est le siège d'activités diverses dont le but principal est d'obtenir à partir d'animaux vivants et sains des carcasses dans les meilleures conditions d'hygiène possibles. L'organisation d'un abattoir répond prioritairement à un besoin de production mais aussi à un souci d'hygiène.

Parmi les principes concernant l'hygiène, on note :

- Tout animal introduit à l'abattoir doit être abattu.
- Jamais de contact entre le circuit des animaux vivants et celui des carcasses.
- Progression permanente des carcasses le long de la chaîne d'abattage : c'est le principe de la marche en avant.
- Mise en œuvre des conditions d'hygiène au cours des différentes opérations d'abattage.
- Rapidité des opérations.

C. Les étapes de l'abattage

1. Repos et diète hydrique

C'est le temps nécessaire qui doit s'écouler entre l'arrivée de l'animal à l'abattoir et son abattage. Il est au maximum de 24 h. En effet, Il est d'usage de ne pas abattre un animal juste après son transport, car ce dernier est générateur de stress chez les animaux, comme il est d'usage de soumettre les animaux à une diète hydrique avant leur abattage.

2. Inspection *ante mortem*

Elle a pour but de repérer et d'éliminer de la chaîne d'abattage les animaux malades et cela en recherchant des comportements anormaux (prostration, boiteries, positions de confort), des lésions ou des signes pathognomoniques. Pour cela, les animaux sont parqués dans un enclos afin d'être observés au repos et en mouvement.

3. La saignée

C'est une opération capitale pour le devenir de la viande, et sans doute la plus délicate car implique de manipuler et de contenir l'animal vivant. Dans les abattoirs algériens la saignée se pratique sur l'animal en décubitus latéral. Elle consiste à sectionner d'un trait les deux carotides et les deux jugulaires de l'animal conscient avec un couteau, afin d'expulser le maximum de sang sous l'effet des battements du cœur. La saignée doit être :

- La plus rapide possible.
- Totale, pour permettre une bonne conservation ultérieure.

4. Le dépouillement

Elle consiste à enlever le cuire des animaux dans les meilleures conditions possibles, pour une bonne présentation et une bonne conservation de la carcasse. C'est une opération qui nécessite une certaine technicité (pour éviter le délabrement de la peau). Il est également procédé à l'enlèvement des membres antérieurs et postérieurs respectivement au niveau des articulations du carpe et du tarse. La tête est souvent laissée attachée à la carcasse dans le but de l'identification et de la détermination de l'âge. Cette opération doit être réalisée le plus rapidement possible. Il faut éviter au maximum les contacts de la face externe du cuir, très contaminée, avec la carcasse. **(Figure 1)**

5. L'éviscération

L'opération consiste à extraire les viscères abdominaux puis thoraciques. L'opération se fait sur la carcasse suspendue. Cette opération réalisée manuellement est très délicate. Elle nécessite une grande technicité. Elle doit s'effectuer le plus rapidement possible, en veillant à ne pas percer les réservoirs gastriques et que leur contenu ne s'écoule pas par les orifices naturels à savoir l'anus et l'œsophage.

6. Inspection *post mortem*

L'inspection *post mortem* a pour but la recherche de lésions d'anomalies, de souillures et de pollutions des différents tissus de la carcasse et du 5^{ème} quartier. Elle est effectuée par le vétérinaire inspecteur. L'inspection consiste en :- un examen visuel pour déterminer la forme, la couleur, en : des palpations pour apprécier la consistance, ainsi qu'une série d'incisions réglementaires dans le cas de recherche spécifique (Cysticercose, Tuberculose) ou facultatives en vue d'investigations complémentaires.



Saignée



Dépouillement



Eviscération



Fente



Ressuage



Réfrigération

- Amenée de l'animal
- Contention manuelle de l'animal
- Saignée
- ◇ Rinçage de la carcasse
- Section des pattes
- Dépouillement
- Ouverture de la cavité abdominale
- Fente sternale
- Suspension partielle de la carcasse
- Dépouillement (suite)
- Eviscération abdominale
- Eviscération thoracique
- Fente de la carcasse
- ◇ Essuyage / rinçage
- ◇ Emoussage
- Ressuyage
- Inspection vétérinaire
- Entreposage au froid

○ Etapes habituelles

◇ Etapes occasionnelles

Figure 1 : Chaîne d'abattage de bovins pratiquée dans l'abattoir d'El-Harrach

L'examen doit s'effectuer le plus tôt possible après l'abattage, et doit aboutir à l'acceptation de la carcasse ou à sa saisie totale ou partielle.

7. Préparation commerciale de la carcasse

- **La fente** : après le dépouillement et l'éviscération, les carcasses de bovins sont fendues en deux le long de la colonne vertébrale. La section se fait à l'aide d'une hache ou d'une scie manuelle ou électrique.
- **L'émoussage**: Cette opération consiste à enlever une partie du gras superficiel de la carcasse pour en améliorer l'aspect.
- **Le douchage** : le douchage à l'eau à pour but de diminuer la pollution de la carcasse cumulée tout au long des opérations d'abattage (sang, matière fécale, fragments d'os ...) pour améliorer sa présentation commerciale.

8. Ressuyage et stockage de la carcasse

Le ressuyage consiste à laisser refroidir la carcasse soit dans des chambres réfrigérées (0 - 3°C) ou à température ambiante avant leur réfrigération. C'est un compromis entre l'obtention d'une viande de bonne qualité organoleptique et les nécessités de l'hygiène.

III. ORIGINE DE LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES

A. L'animal

1. Importance du portage microbien du vivant

Les bactéries sont apportées par le tube digestif et la peau des animaux eux-mêmes (Rosset 1982a, Rosset et Liger 1982, Fournaud 1982). Ces éléments constituent les principales sources de contamination des carcasses (Fournaud *et al.*, 1978 ; Cartier, 1997).

1.1. La flore du tube digestif

L'appareil digestif des bovins, en particulier le tractus intestinal, est un réservoir à micro-organisme. Certains s'y multiplient et s'y développent d'autres ne font que transiter. L'intestin d'herbivores comme les bovins peut contenir jusqu'à 10^{11} germes/g (Guiraud, 1998) alors que le rumen peut en contenir jusqu'à 10^{10} germes/g (Jay *et al.*, 2005). Les germes proviennent en grande partie de l'alimentation et de l'eau (fourrages, ensilages, foin, céréales ...) (Angelotti, 1968 ; Hobbs, 1974), qui seraient contaminées par les insectes, les rongeurs, les poussières ainsi que par l'air (Edel *et al.*, 1973 ; Barnes, 1979).

Les germes retrouvés sont des bacilles Gram négatif aéro-anaérobies comme les *Bacteroides*, les entérobactéries (*Salmonella*, *Yersinia*, *Proteus* ...) et les coliformes (*Escherichia*,

Serratia, *Enterobacter*, *Klebsiella* ...). On retrouve également des Gram positif comme les *Enterococcus* et des bacilles sporulés anaérobies comme les *Clostridium* et les *Bacillus*.

Les bovins peuvent héberger dans leur tractus intestinal des germes pathogènes pour l'homme, sans manifester des signes cliniques, à l'image de *Listéria monocytogenes*, certaines souches de *Salmonella*, d'*Escherichia coli* et de *Clostridium perfringens*. (Hancock *et al.*, 1997 ; Laval *et al.*, 1997 ; Fedorca-Cray *et al.*, 1998).

Les germes du tractus intestinal sont éliminés dans les fèces et sont ainsi disséminés dans la nature.

Dans le tube digestif des bovins, on trouve également des mycètes, le plus souvent transitoires. Ce sont, pour la plus part, des moisissures qui contaminent les foins, les fourrages, les ensilages et les céréales tel *Aspergillus* , *Penicillium* , *Fusarium* , *Byssochlamis nivea*, *Paecylomyces varioti*, *Wallemia sebi*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Alternaria spp*, *Claviceps* , *Monascus* , *Geotrichum* , *Trichoderma* et le genre *Mucor* (Hadlock et Schipper, 1974 ; Pelhate, 1987 ; Boudra, 2002). On trouve également des levures tels *Candida*, *Torulopsis* et *Saccharomyces* (Aboukheir et Kilbertus, 1974). **(Figure 2)**

1. 2. La flore du cuir et des muqueuses

La peau des animaux, le pelage ainsi que les muqueuses sont des barrières efficaces contre les germes. Ces derniers demeurent à leurs surfaces et s'y accumulent. La contamination des cuirs provient en grande partie des fèces, du sol et de la poussière (Fournaud *et al.*, 1978 ; Fournaud, 1985). Le peu de données disponibles sur la flore bactérienne habituelle des cuirs des bovins, montre que selon le site anatomique considéré, les cuirs portent de 10^3 à 10^9 germes / cm² (Cartier, 1994) et que les plus fortes contaminations sont observées au niveau de la zone de couchage (ventre, face latérale de la cuisse). Ceci est probablement dû au fait que le sol soit la principale source de contamination (Cartier, 1994). En plus des germes habituellement présents sur la peau tels les *Staphylococcus* et notamment *Staphylococcus aureus*, la flore du cuir est composée en grande partie de germes telluriques (*Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Brochothrix thermosphacta*, *Aeromonas*, *Staphylococcus*, *Bacillus* ainsi que des *Candida*) (Genigeorgis, 1989) et d'origine intestinale (Entérobactéries, Entérocoques, Coliformes et des *Clostridium*) (Newton *et al.*, 1977 ; Ingham, 1990 ; Morisetti, 1971).

D'autre part, les moisissures sont abondamment présentes sur le cuir des bovins. Ce sont en général des moisissures saprophytes et ubiquistes retrouvées sur l'herbe et les fourrages, ainsi que des moisissures plus xérophiles qui contaminent les foins et la paille. Ainsi, elles

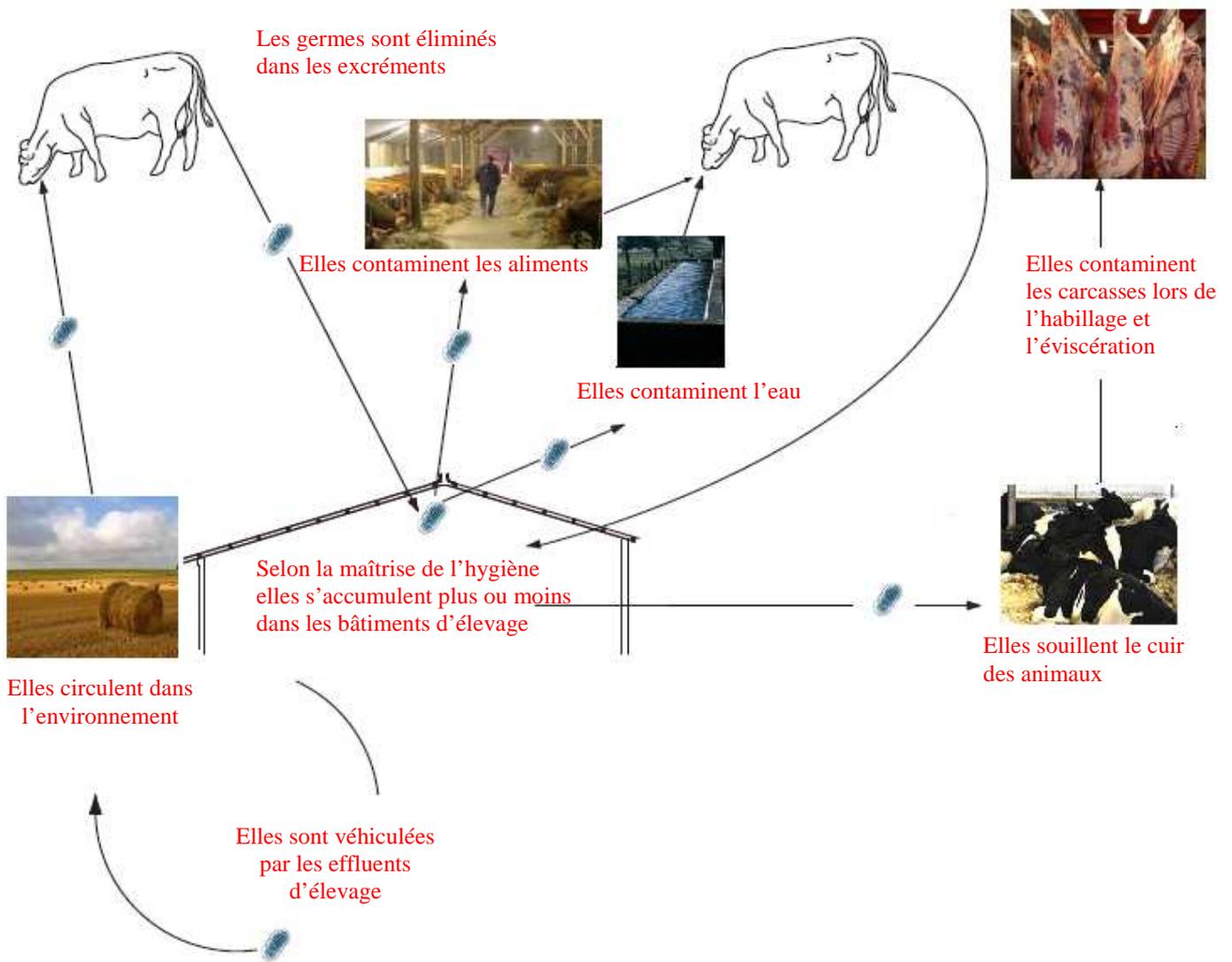


Figure 2: circulation des bactéries d'origine fécale

sont très abondantes dans les litières et dans la poussière des étables. Les plus représentatives sont *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium* on retrouve également *Geotrichum*, *Alternaria*, *Byssochlamis nivea*, *Paecylomyces varioti*, *Claviceps*, *Trichoderma*, *Wallemia sebi* (Le Bars et Escoula, 1974 ; Le Bars, 1976 ; Pelhate, 1987). **(Figure 3)**

1. 3. La flore des voies respiratoires

L'appareil respiratoire et, particulièrement, les voies supérieures (cavité nasopharyngée) héberge des *Staphylococcus aureus* (Morisetti, 1971).

2. L'état sanitaire

Dans certains cas, l'état sanitaire des animaux peut influencer l'hygiène des carcasses. La souillure des cuirs des animaux avec des matières fécales constitue un facteur important voire déterminant dans la contamination des carcasses au cours des opérations d'abattage (dépouillement). Aussi, tout dysfonctionnement impliquant des émissions fréquentes de selles (diarrhée, stress) peut constituer un facteur aggravant la souillure du cuir donc la contamination des carcasses par des bactéries fécales (Scionneau, 1993).

D'autre part, les animaux porteurs sains de germes pathogènes (agents de zoonoses ou de toxi-infections alimentaires) tels *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* dans leurs intestins ou leurs ganglions sont autant de sources de contamination du cuir et des carcasses. Selon Berends et al. (1997), un animal vivant porteur sain digestif aura plus de chance qu'un animal indemne de donner une carcasse contaminée.

B. Le personnel

L'abattage est une opération où l'intervention humaine est très importante. Le personnel est susceptible de :

- Contaminer les carcasses avec ces propres germes.
- Contaminer les carcasses avec des germes issus du cuir, du matériel, des matières fécales, de l'eau, du sol, ... ou par simple circulation d'un endroit fortement contaminé (locaux d'attente, bouverie, lazaret ...) vers l'aire d'abattage.

Dans la chaîne d'abattage, les postes où le risque de contamination est élevé, sont ceux où le personnel peut être amené à être simultanément en contact avec la carcasse et les matières contaminantes (habillage, éviscération).

1. Source de contamination

Comme tout être vivant, l'homme est porteur de germes (flore banale et éventuellement pathogène). Ces flores sont situées sur les parties externes (poils, cheveux, peau en particulier

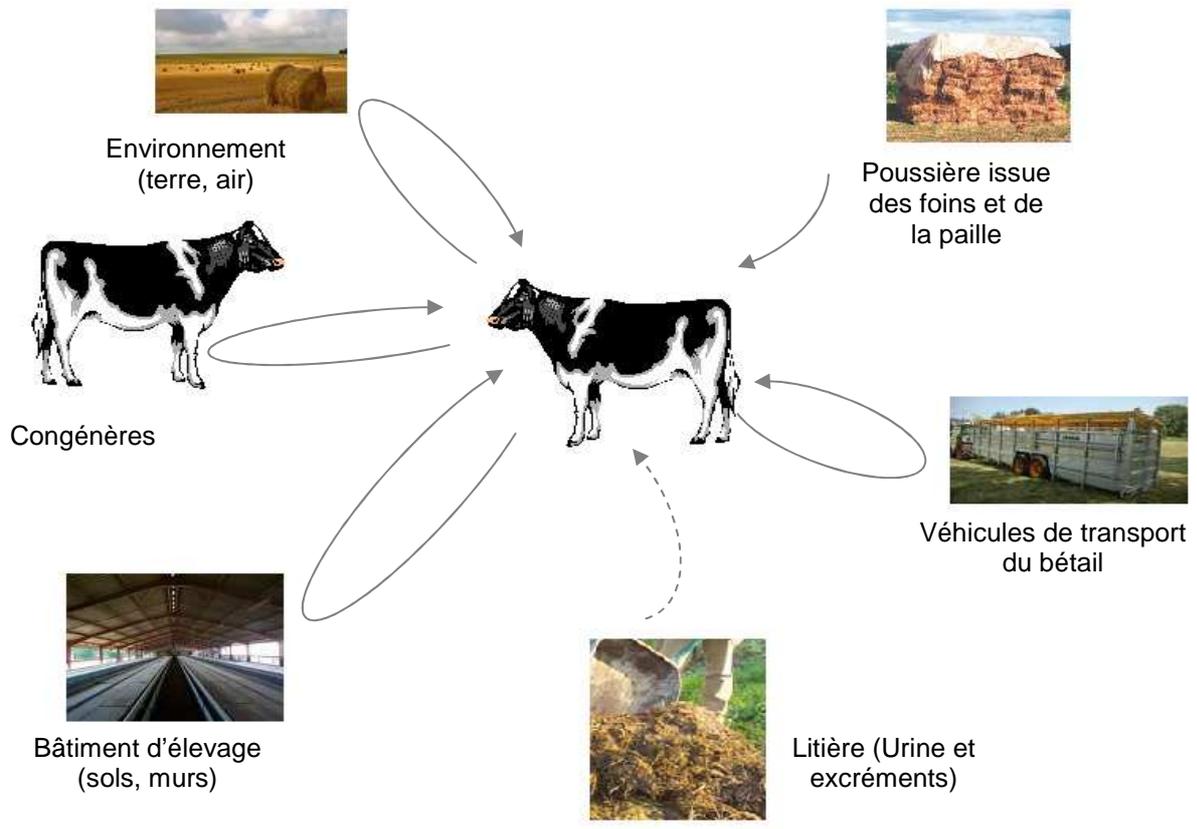


Figure 3: sources de la contamination du cuir des animaux

pathogène). Ces flores sont situées sur les parties externes (poils, cheveux, peau en particulier les mains et les avant bras) mais aussi dans les cavités qui communiquent avec l'extérieur (Intestins, sphère rhinopharyngée). L'homme peut contaminer son environnement par divers mécanismes (contacts, éternuements, toux, chute de cheveux et de poils, desquamation). (Rosset et Liget, 1978). (**Tableau 1**).

Par son état sanitaire et surtout d'hygiène, l'homme représente un risque de contamination supplémentaire par rapport à un individu sain et propre (Jacquet, 1984).

- Mains et avant bras : plaies septiques, abcès, furoncles ... terre ou autres souillures en particulier sous les ongles.
- Sphère rhinopharyngée : les angines, la grippe, le rhume, la toux, les éternuements et les écoulements nasaux disséminent des germes dans l'environnement.
- Les poils et les cheveux : desquamation importante, perte de cheveux ou poils (barbes, moustache, avant bras, mains).

2. Vecteur de contamination

Le personnel peut aussi servir de simple vecteur entre une source de contamination et la carcasse, il favorise le déplacement des micro-organismes, par sa simple circulation entre les secteurs souillés et les secteurs propres (Fournaud, 1982).

L'homme contamine directement la carcasse par ses mains sales ou porteuses de germes, et indirectement par sa tenue vestimentaire et par le matériel qu'il utilise (Nortje *et al.*, 1990b).

3. Les mauvais comportements d'hygiène

De part son éducation et sa formation professionnelle, le personnel peut être le meilleur agent d'application des mesures d'hygiène comme le plus efficace vecteur de pollution, ceci de deux manières :

- De par son hygiène corporelle et de son état de santé.
- De par son respect librement consenti des consignes d'hygiène.

Ainsi, le personnel doit comprendre que les mesures d'hygiène n'ont pas de caractère vexatoire et attentatoire à sa « dignité » qu'il veut bien parfois y trouver (Jacquet, 1984).

B. Infrastructure et matériels

La contamination par le petit matériel, notamment les couteaux, est un fait avéré. Les couteaux qui servent aux différentes opérations d'abattage peuvent être très contaminés. Grand (1983) et Grau (1987) ont relevé des taux de contamination des surfaces de couteaux

Tableau 1 : les diverses flores commensales de l'homme (LARPENT, 1997)

Localisation		Dénombrement	Nature
Flore de la peau		10^2 - 10^5 / cm ²	Staphylocoques Microcoques Anaérobies Corynébactéries Propionibactéries
Flore des voies digestives	Cavité buccale Plaque dentaire	10^5 - 10^6 /ml 10^9 - 10^{11} /g	Streptocoques Actinomycètes
	Estomac Duodénum/jéjunum	Voisine de 0 10^2 - 10^4 /ml	Anaérobies, Helicobacter Bacteroides
	Intestin grêle	10^7 - 10^8 /ml	Bacilles Gram +, non sporulés
	Colon	10^{11} /ml	Entérobactéries Streptocoques fécaux Staphylocoques Clostridies
Flore des voies respiratoires	Naso-pharynx	Abondante	Streptocoques Staphylocoques Clostridies
	Trachée	0	
Flore des voies génitales	Urètre	10^3 /ml	Staphylocoques Microcoques Corynébactéries
	Vagin	10^9 /ml	Lactobacilles Anaérobies Bacilles a Gram + non sporulés Bactéroïdes Peptococcus

respectivement de 4.9 et 7.6 log₁₀ cfu/cm². Selon Fournaud (1978), un couteau contaminé pourrait déposer jusqu'à 3.3 log₁₀ cfu/cm² à chaque utilisation.

Les surfaces des locaux (sols, murs, plafonds), le matériel (arrache cuir, treuil de soulèvement, rail aérien, crochets) peuvent contribuer à la contamination des carcasses ; notamment s'ils sont mal entretenus et mal conçus.

- **Conception :**

Que ce soit pour les locaux ou le matériel, leur conception doit aboutir à un compromis entre l'hygiène, la sécurité et la résistance. Les revêtements muraux et les sols mal conçus sont des nids pour les micro-organismes. Le dispositif de suspension des carcasses doit être conçu de façon à éviter les contacts des carcasses avec le sol et les murs tout au long de leur cheminement. La hauteur du plafond doit être suffisante afin d'éviter la condensation de vapeur. Des sanitaires à proximité de la salle d'abattage sont une source de germes fécaux et pathogènes tel *Escherichia coli* sérotype 0157 : H7 et *Salmonella*.

- **Entretien et maintenance :**

Les sols et les murs avec des crevasses et des fissures sont difficiles à nettoyer. Il en est de même pour les surfaces métalliques oxydables. Les outils et les surfaces de travail mal nettoyées constituent une source permanente de contamination.

D. Le milieu

- **L'eau et le sol :**

Le sol est une importante source de germe. On y trouve, le plus souvent, des bactéries d'origine tellurique (*Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *aeromonas*, *Clostridium* ...) et des germes d'origine fécale (Entérobactéries, entérocoques, Coliformes ...) (Ingram, 1990). Le sol et à un degré moindre l'eau, seraient la source majeure d'une certaine flore aérobie mésophile et psychrotrophe, largement impliquée dans les altérations des viandes. Cette flore est principalement composée de *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* et autres *Aeromonas* (Chetti, 1993). Le sol et les eaux peuvent également être les sources de germes pathogènes comme *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, *Listeria*, *Clostridium botulinum*, et *Clostridium perfringens* (Hangard-Viaud, 1989 ; Ramisse *et al.*, 1990).

Par ailleurs, selon Yassein *et al.* (1989), Mansour *et al.* (1990), et Rafai *et al.* (1993), les sols des abattoirs de bétail sont une source importante de moisissures tel *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* et *Alternaria*.

- **L'air :**

L'atmosphère des abattoirs est polluée. Le degré de pollution dépend de beaucoup de facteurs dont l'activité déployée (le nombre de personnes présentes, le nombre d'animaux abattus et l'état de propreté de leur cuir) et la taille des ouvertures du local. En effet, la plus part des opérations d'abattage sont génératrices de bio aérosols et de particules qui se répandent dans le hall d'abattage et mettent des heures à se sédimenter. Le dépouillement est sans doute l'opération la plus génératrice de bio aérosols et de particules dans l'air, eu égard à la forte contamination de la surface du cuir qui peut excéder 10^9 cfu/cm² (Jericho *et al.*, 2000).

La contamination microbienne de l'enceinte de l'abattoir est très variée (Kang, 1989). Le nombre de particules en suspension peut varier de quelques centaines de milliers à plusieurs millions de particules /m³. Elle est surtout constituée de spores Gram positif comme les *Micrococcus*, les *Bacillus*, les *Corynebacterium* mais également des formes végétatives comme *Pseudomonas*, *Acinetobacte*, *Micrococcus* et des entérobactéries (Zimmermann, 1981 ; Wilson *et al.*, 2002). On retrouve également des moisissures notamment *Fusarium*, *Aspergillus* et *Penicillium* (Rossemore, 1988). Cependant, selon Jay (1992), les pathogènes sont rarement apportés par l'air.

E. Les nuisibles :

Les abattoirs représentent une source importante de nutriments pour les nuisibles vecteurs de micro-organismes (chiens, chats, les rongeurs, les volatiles et les insectes). Ces nuisibles contaminent les carcasses par leur fèces, leur pelage et leurs urines (Angelotti, 1968 ; Edel *et al.*, 1973 ; Hobbs, 1947 ; Libby, 1975). **(Figure 4)**

IV. LA CONTAMINATION ET LES CONTAMINANTS

A. Contamination des carcasses :

1. Contamination *ante mortem* du muscle :

Dans les conditions physiologiques, les muscles des animaux ne contiennent pratiquement pas de micro-organismes ou alors très peu (10^{-1} à 10^{-2} germes/g) (Hall et Angelotti, 1965 ; Gill *et al.*, 1978) en raison de l'activité bactéricide du sang et des tissus (Gill et Penney, 1979) exception faite de quelques type de *Clostridium* dont *Clostridium botulinum* qui occasionnellement traverse la barrière intestinale et gagne le muscle et résiste à son activité bactéricide (Gill, 1979). Cependant, dans le cas de certaines maladies infectieuses, le muscle peut héberger temporairement des germes. Ainsi, dans le cas de salmonelloses aiguës, les

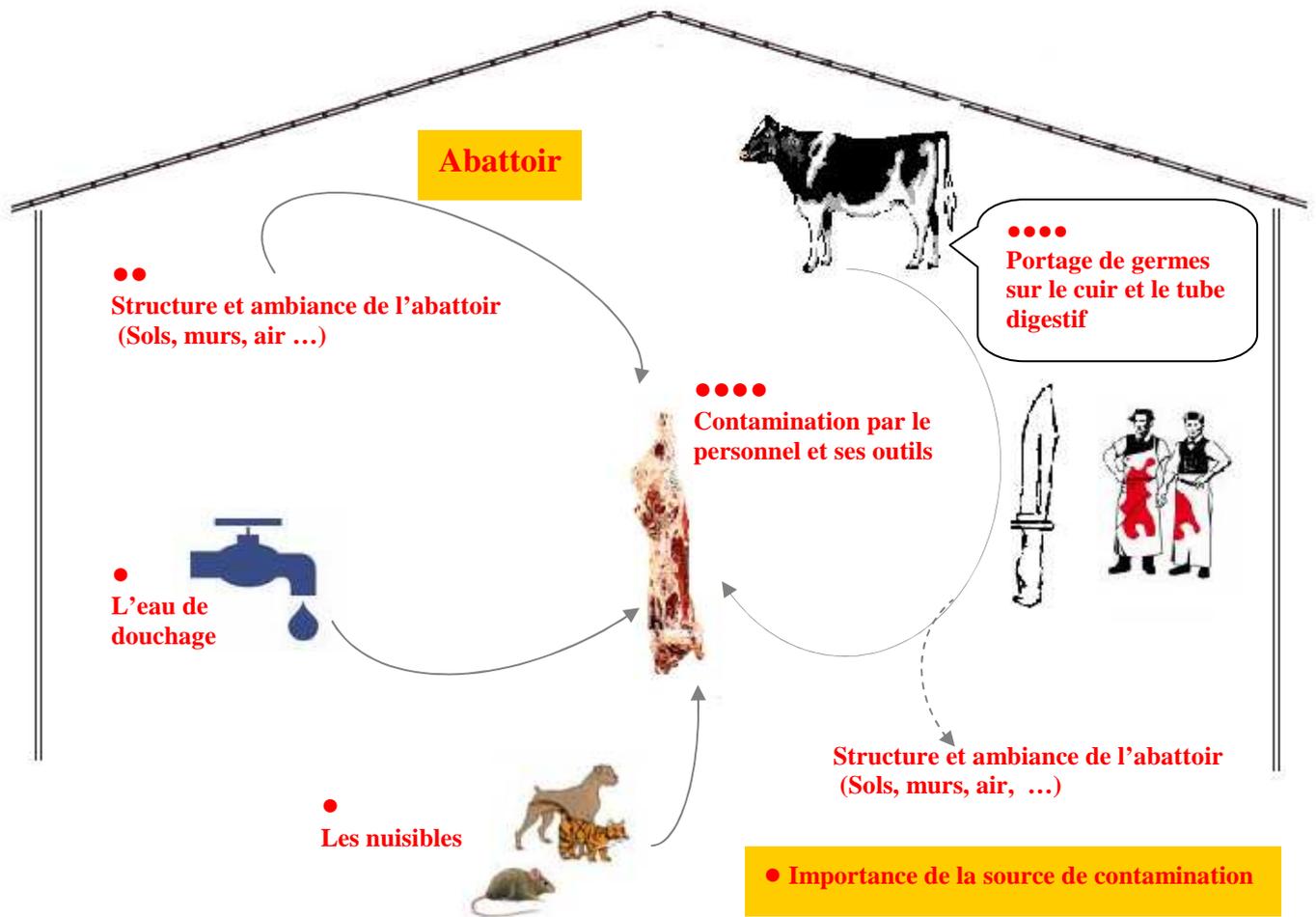


Figure 4 : sources des contaminations superficielles des carcasses dans un abattoir

salmonelles, hôtes du tractus intestinal, envahissent tout l'organisme et par conséquent le muscle en particulier chez le bœuf, le cheval et la volaille (Catsaras ; 1973a).

2. Contamination agonique et *post mortem* :

C'est au moment de l'abattage et au cours des opérations de préparation des carcasses qu'ont lieu l'essentiel des contaminations (Fournaud, 1982).

2.1. Contamination profonde :

Elle est, en général, peu importante dans le cas d'animaux sains abattus dans de bonnes conditions. Une contamination des carcasses par les bactéries intestinales peut avoir lieu après la mort si l'éviscération est tardive. Le stress d'avant et pendant l'abattage fragilise la paroi intestinale et la rend perméable aux germes intestinaux qui envahissent les masses musculaires adjacentes, d'où le risque d'une éviscération tardive. Toute fois les germes intestinaux ne représenteraient pas la seule source de contamination profonde (Rosset, 1988).

2.2. Contamination superficielle :

Cette contamination est inévitable car la carcasse est en contact direct avec le milieu ambiant. Elle est de l'ordre de 10^2 - 10^3 germes / cm^3 selon Cartier (1994). Elle est très variée et assez mal connue. On y retrouve un pourcentage relativement élevé de germes aérobies strictes et aéro-anaérobies facultatifs ainsi que des psychrotrophes. Ils ont généralement une origine exogène (Rosset, 1988).

La tâche des abatteurs est très délicate. Il s'agit, en effet, de séparer la carcasse de deux, voire trois éléments fortement contaminés : le cuir d'une part, le tractus digestif et éventuellement la mamelle d'autre part. Inévitablement, ces éléments en particulier les 2 premiers vont constituer la principale source de contamination superficielle des carcasses, à hauteur de 60% pour le cuir et 10% pour le tractus digestif (Fournaud 1978, Cartier 1997).

Selon Fournaud (1978) et Cartier (1997), l'opération la plus délicate et la plus contaminante demeure le dépouillement, car cette opération exige une manipulation simultanée du cuir et des masses musculaires. En effet, la succession des opérations de dépouillement offre une multitude de possibilités de contacts directs (retournement du cuir, ...) et indirects (via le matériel, les hommes, ...) entre les masses musculaires et les éléments contaminés. Chacun de ces contacts entraîne le dépôt de plusieurs milliers voire millions de germes en surface des carcasses.

Lors de l'éviscération, le contenu du tube digestif (Rumen et intestins) très contaminé peut souiller la carcasse par l'un de ses deux orifices (rectum et œsophage) ou par perforation accidentelle par le couteau de l'abatteur.

B. Attachement des bactéries à la surface des carcasses :

Lors du processus d'abattage des bovins (plus précisément lors du dépouillement et de l'éviscération), les carcasses peuvent subir des contaminations de surface par des bactéries pathogènes ou non-pathogènes qui proviennent principalement des fèces ou du cuir des animaux. A noter qu'une inter-contamination des carcasses est également possible.

Selon Selgas et *al.* (1993), le mécanisme d'adhésion des bactéries se fait en 2 étapes :

- La 1ère étape est une étape réversible pendant laquelle les bactéries sont liées via un film d'eau à la viande (ou à la peau). Cette « adhésion » est la résultante d'interactions de type forces de Van der Waals ou électrostatiques. Cette adhésion est également due aux interactions existantes entre les appendices externes de la cellule bactérienne (flagelles, fimbriae, polysaccharides externes...) et les récepteurs de la surface considérée (ici la viande).
- La 2ème étape est une étape d'adhésion irréversible. La bactérie produit une matrice d'exopolymères (glycocalyx ou exo-polysaccharide) qui la protège des attaques extérieures (agents nettoyants) et lui confère ainsi un environnement favorable pour son développement et également pour l'adhésion d'autres bactéries, débris, etc., entraînant ainsi la formation de biofilms. Cette adhésion irréversible des cellules bactériennes à la surface des carcasses peut se produire au bout de 30 minutes à quelques heures.

C. La microflore de la viande :

La microflore des viandes est composée essentiellement de germes saprophytes. La contamination par des germes pathogènes n'apparaît que rarement (Jensen, 1954 ; Houdiniere et Perron, 1958). (**Tableau 2**)

1. Micro-organismes saprophytes :

Le germe saprophyte est un germe qui vit en commensal sur son hôte, c'est-à-dire sans y provoquer de pathologie. Son contraire est un germe pathogène.

D'après Ayers (1955) et Jay (1972) les germes saprophytes, les plus fréquemment rencontrés sur les viandes rouges sont: *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcaceae* et *Brochothrix thermosphacta* suivis avec une fréquence relativement moindre par *Flavobacterium* et les Entérobactéries dont les plus représentés sont *Escherichia coli*, *Serratia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*. Sont cités ensuite, en ordre décroissant ; *Bacillus*,

Tableau 2: Les bactéries les plus fréquemment retrouvées dans la viande rouge fraîche selon Jay *et al.* (2005).

Genre	Coloration de Gram	Fréquence
<i>Acinetobacter</i>	-	XX
<i>Aeromonas</i>	-	XX
<i>Alcaligenes</i>	-	X
<i>Arcobacter</i>	-	X
<i>Bacillus</i>	+	X
<i>Brochotrix</i>	+	X
<i>Campylobacter</i>	-	?
<i>Carnobacterium</i>	+	X
<i>Caseobacter</i>	+	X
<i>Citrobacter</i>	-	X
<i>Clostridium</i>	+	X
<i>Corynebacterium</i>	+	X
<i>enterobacter</i>	-	X
<i>Enterococcus</i>	+	XX
<i>Erysipelothrix</i>	+	X
<i>Escherichia</i>	-	X
<i>Flavobacterium</i>	-	X
<i>Hafnia</i>	-	X
<i>Kocuria</i>	+	X
<i>Kurthia</i>	+	X
<i>Lactobacillus</i>	+	X
<i>Lactococcus</i>	+	X
<i>Leuconostoc</i>	+	X
<i>Listeria</i>	+	X
<i>Microbacterium</i>	+	X
<i>Micrococcus</i>	+	X
<i>Moraxella</i>	-	XX
<i>Paenibacillus</i>	+	X
<i>Pantoea</i>	-	X
<i>Pediococcus</i>	+	X
<i>Proteus</i>	-	X
<i>Pseudomonas</i>	-	XX
<i>Psychrobacter</i>	-	XX
<i>Salmonella</i>	-	X
<i>Serratia</i>	-	X
<i>Shewanella</i>	-	X
<i>Staphylococcus</i>	+	X
<i>Vagococcus</i>	+	?
<i>Weissella</i>	+	X
<i>Yersinia</i>	-	X

Note : X = présent ;
XX = fréquemment isolé

Microbacterium, *Lactobacillus*, *Alcaliginens*, *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Corynebacterium*, *Arthrobacter* et *Clostridium*. D'autres genres apparaissent beaucoup plus rarement : *Chromobacterium*, *Alteromonas*, *Xanthomonas*, *Pedionococcus*, *Leuconostoc* et *Kurthia*. (Catsaras et Grebot, 1969 ; Catsaras *et al.*, 1974 ; Jacquet, 1975 ; Smith *et al.*, 1975 ; Nortje et Naude, 1981 ; Nortje *et al.*, 1990a ; Nortje *et al.*, 1990b).

En plus des bactéries, on trouve une diversité de levures et de moisissures saprophytes. Parmi les levures, les plus citées : *Candida*, *Trichosporon*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis*, *Cryptococcus* (Abukheir et Kilbertus, 1974). Les plus fréquemment isolées sont les *Candida* et *Rhodotorula*, en particulier *Candida Lipolytica* et *Candida Zeylanoides* (Hsieh et Jay, 1984). Parmi les moisissures, on retrouve fréquemment *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Sporotrichum*, *Geotricum* et *Trichothecium* (Brooks et Hansford, 1923 ; Mulcock, 1965 ; Hadlok *et al.*, 1976). Selon Hadlok (1974), *Mucor* semble être celui que l'on retrouve le plus fréquemment à la surface des carcasses. Son origine se trouverait essentiellement dans les fèces (**Tableau 3**)

2. Micro-organismes pathogènes :

On peut classer les germes pathogènes susceptibles de contaminer les carcasses aux abattoirs en deux groupes : bactéries d'infections vraies et bactéries d'intoxications alimentaires.

2. 1. Germes d'infections vraies :

Lors de maladies infectieuses, l'agent infectieux peut se retrouver dans certains tissus ou excréments de l'animal comme les muscles, le tissu conjonctif, les ganglions, le sang, la lymphe, les selles, les urines, le lait, le mucus, le pus ...

Ces germes contaminent de ce fait la carcasse au cours des opérations d'abattage. Parmi les germes en question *Erysipelothrix rhusiopathiae* agent du rouget, Le bacille tuberculeux agent de la tuberculose, *Brucella* agent de la brucellose, *Leptospira* agent de la leptospirose, *Rickettsia burnetti* agent de la fièvre Q, *Listeria monocytogenes* agent de la listériose, *Bacillus anthracis* agent du charbon bactérien.

2. 2. Germes de « toxi-infection alimentaires » :

Les micro-organismes responsables de « toxi-infection alimentaire » proviennent de l'environnement, du personnel et des animaux. Les principales sources de ces germes sont : les matières fécales animales et humaines, d'individus malades ou porteurs sains, les

Tableau 3: Levures et Moisissures les plus fréquemment retrouvées dans la viande fraîche (JAY *et al.*, 2005)

Genre	Fréquence relative
Moisissures	
<i>Alternaria</i>	X
<i>Aspergillus</i>	X
<i>Aureobasidius</i>	X
<i>Cladosporum</i>	XX
<i>Eurotium</i>	X
<i>Fusarium</i>	X
<i>Geotricum</i>	XX
<i>Monascus</i>	X
<i>Monilia</i>	X
<i>Mucore</i>	XX
<i>Neurospora</i>	X
<i>Penicillium</i>	X
<i>Rhizopus</i>	XX
<i>Sporotrichum</i>	XX
<i>Thamnidium</i>	XX
Levures	
<i>Candida</i>	XX
<i>Cryptococcus</i>	X
<i>Debaryomyces</i>	X
<i>Hansenula</i>	X
<i>Pichia</i>	X
<i>Rhodotorula</i>	X
<i>Saccharomyces</i>	?
<i>Torulopsis</i>	XX
<i>Trichosporon</i>	XX
<i>yarrowia</i>	?

Note : X = présent ; XX = fréquemment isolé

écoulements du nez et de la gorge chez les humains, les mains et les bras des humains, le sol, la boue ainsi que les eaux de surface (Korsak *et al.*, 2004). Les germes dit de « toxi-infection alimentaire » sont : certains sérotypes de *Salmonella*, certaines espèces d'*Escherichia coli*, *Shigella*, *Yersinia*, *Camylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (Tableau 4)

2.3. Germes indicateur d'hygiène :

- **Flore aérobie mésophile totale :**

La flore aérobie mésophile totale ne forme pas un groupe taxonomique a proprement dit, cette flore n'est définie que par des caractères cultureux comme le milieu de culture, la température et le temps d'incubation. C'est donc un groupe hétérogène ou figurent aussi bien des Gram négatif comme les entérobactéries et les coliformes que des Gram positif des levures et des moisissures. Cette flore peut donc être à la fois un indicateur d'une contamination fécale, d'un manque d'hygiène lors des opérations d'abattage, d'une contamination par le milieu environnant ou d'une défaillance dans la procédure de nettoyage. (ICMSF, 1980 ; Tompkin, 1983 ; Brown et Baired-Parker, 1982). Cette flore permet d'apprécier, avec beaucoup moins de précision et de fiabilité que d'autres indicateurs, le risque alimentaire.

- **Les psychrotrophes :**

Les bactéries psychrotrophes sont un groupe de bactérie n'ayant aucune signification taxonomique, définies uniquement sur la base de leur thermosensibilité. En effet, ils conservent une activité biologique à des températures inférieures à +7°C, grâce, par exemple, à la synthèse d'enzymes adaptées à fonctionner à basse température, l'adaptation de la composition de leurs membranes et la synthèse de protéines «de choc thermique» (Gounot, 1991). Dans l'hygiène des viande, par psychrotrophes, on désigne une flore saprophyte d'altération, qui contamine très fréquemment la surface des viande rouges, et devient même dominante aux températures de réfrigération, limitant ainsi la conservation de la viande à basses température. Cette flore est majoritairement à Gram négatif (Broderick, 1985) et d'origine exogène (Newton *et al.*, 1978 ; Rosset, 1988) tel *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Alteromonas*, *Moraxela*, entérobactéries psychrotrophes (certaines espèces d'*Enterobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* et *Erwinia*) (Gustavson et Borch, 1993). Il existe également des Gram positif à l'image des Lactobacilles comme *Carnobacterium*, *Leuconostoc* et *Pediococcus* (Garry et Le Guern, 1999) *Micrococcus*,

Tableau 4: les principales bactéries responsables de « toxi-infections » d'origine alimentaire (CHINA *et al.*, 2002)

Espèce	Durée d'incubation	Pathologie	fréquence	danger	dose infectieuse (Log ₁₀)
<i>Salmonella</i>	8-48 heures	Gastro-entérite : diarrhée, crampes abdominales, fièvre, nausées. vomissements, céphalées, septicémie avec envahissement des tissus (rare), fièvre entérique grave typhoïde (très rare)	+++	++/+++	1 à 7
<i>Clostridium perfringens</i>	8-16 heures	Diarrhée, douleurs abdominales entérite nécrosante (rare)	+++	++	7
<i>Staphylococcus aureus</i>	1-6 heures	Vomissements et crampes abdominales Violentes diarrhée et céphalée (parfois)	+++	+	> 6
<i>Bacillus cereus</i>	1-8 heures 8-16 heures	diarrhée, crampes abdominales (type A) Vomissement (type B)	++	+	5 à 9 4 à 5
<i>Campylobacter jejuni</i>	2-10 Jours	Gastro-entérite diarrhée, douleurs abdominales, fièvre, céphalées envahissement des tissus, meningites (rare), syndrome pseudoappendiculaire (rare)	++	++	3
<i>Shigella spp.</i>	2-3 Jours	shigellose: douleurs abdominales, diarrhée dysenterie bacillaire: fortes fièvres, vomissements, douleurs abdominales vives, dysenterie.	++	++	1 à 2
<i>Escherichia coli</i>	24-72 heures	diarrhées des touristes (ETEC) vomissements, crampes abdominales, dysenterie, HUS (EHEC) fièvres, vomissements, crampes et diarrhées (EIEC) Diarrhée, nausées, vomissements, crampes abdominales, céphalée et fièvre (EPEC)	++	++/+++	6 à 10 3
<i>Streptococcus spp.</i>		groupe A: maux de gorge, fièvre, rougeurs cutanées, diarrhée, vomissements. Groupe C: pharyngites groupe G: pharyngites	++	+	> 8
<i>Listeria monocytogenes</i>	1-6 Semaines	fatigue, fièvre modérée, Individus immunodéprimés: avortement, méningites, encéphalites.	++	+++	faible mais variable
<i>Yersinia enterocolitica</i>	24-48 heures	fièvre, douleurs abdominales, diarrhées, syndrome pseudoappendiculaire	++	+	6

certaines espèces de *Bacillus* et de *Clostridium* ainsi que *Brochothrix thermosphacta* (Bornert, 2000). A signaler que certains pathogènes sont psychrotrophes c'est le cas de *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus* et *Clostridium botulinum* type E.

- **Les entérobactéries:**

Les entérobactéries sont une grande famille de bactéries en forme de bâtonnet à Gram négatif aéro-anaérobie facultatif, capable de fermenter le glucose. Elles sont présentes dans de nombreux éco-systèmes, en particulier l'intestin qui leur a donné son nom mais aussi dans l'environnement (eau, sol). Les principaux genres inclus dans cette famille sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Salmonella*, *Serratia*, *Shigella*, *Yersinia*. Elles peuvent être saprophytes, commensales ou pathogènes. En microbiologie des viandes les entérobactéries sont utilisés comme des tests de contamination fécale présumée et peuvent servir d'indicateurs d'une mauvaise éviscération (Guiraud, 1998). Cependant, leur présence ne peut pas être corrélée uniquement à une contamination d'origine fécale car ils contaminent également la surface de la peau des animaux avant l'abattage et sont présentes dans l'environnement. Elle indique généralement un défaut de maîtrise de l'hygiène lors des opérations d'abattage.

- **Coliformes totaux, coliformes thermotolérants (fécaux) et *Escherichia coli* :**

Les coliformes totaux sont des entérobactéries possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 30°C. Les principaux genres inclus dans ce groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, et *Serratia* (CEAEQ¹, 2000). La plus part des espèces de ce groupe se trouvent naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux, le sol et la végétation (Edberg *et al.*, 2000). Leur présence à la surface des carcasses à l'abattoir ne peut donc pas être corrélée uniquement à une contamination d'origine fécale, elle indiquerait seulement un défaut de maîtrise de l'hygiène générale (Newton *et al.*, 1977). Par ailleurs, la presque totalité des espèces de ce groupe sont non pathogènes et ne représentent pas de risque alimentaire important (Edberg *et al.*, 2000 ; OMS, 2000), à l'exception de certaines souche d'*Escherichia coli*. Les coliformes totaux ne sont donc pas, sauf exception, de bons indicateurs de la présence d'agents pathogènes, ils sont cependant très utiles comme indicateur de l'efficacité du traitement de nettoyage/désinfection (Robertson, 1995).

Les coliformes thermotolérants (fécaux), sont un sous-groupe des coliformes totaux, ils sont capables de fermenter le lactose à une température de 44.5°C. L'espèce la plus abondante et la plus fréquemment associée et à ce groupe est *Escherichia coli* (Newton *et al.*, 1977) et

dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Elmund *et al.*, 1999 ; Edberg *et al.*, 2000). D'autre part, *Escherichia coli* représente la plus large portion de la flore aérobie de l'intestin, sa proportion peut atteindre 80-90% (Grau, 1986 ; Simonsen, 1989 ; Newton *et al.*, 1977). Par contre, à la surface de la peau des animaux, *Escherichia coli* seraient nettement moins abondante que d'autre entérobactéries (Notermans *et al.*, 1977). Ceci fait d'*Escherichia coli* un bon indicateur de contamination fécale, suite à une mauvaise éviscération par exemple, d'autant plus que leur densité est généralement proportionnelle au degré de pollution par la matière fécale (CEAEQ², 2000). La présence de coliformes fécaux peut être un indicateur de la possible présence de micro-organismes entéro-pathogènes (Zmirou *et al.*, 1987) comme *Salmonella* ou *Escherichia coli* 0157 : H7.

- **Levures et moisissures :**

La microflore fongique ou micro-mycètes correspond aux levures et les moisissures. Se sont des micro-organismes hétérotrophes. Pour croître et se multiplier ils doivent puiser les matières organiques structurales et énergétiques dans le milieu. Cette exigence est généralement satisfaite grâce à un potentiel enzymatique remarquable et exceptionnel, en effet, La cellule fongique est particulièrement riche en dépolymérase. La quasi totalité des mycètes vivent en saprophytes dans le sol, sur les animaux et les végétaux, certains sont parasites. Un nombre plus restreint, sont opportunistes et peuvent devenir pathogènes. La flore fongique de contamination des viandes est exclusivement saprophytes. Les affections intestinales ou cutanées causées chez l'homme par *Candida* et *Cryptococcus* ou encore les affections pulmonaires dues aux *Aspergillus* ne sont pas d'origine alimentaire. Les manifestations des levures et moisissures sur les viandes fraîches sont des altérations qui intéressent la surface en particulier, c'est la formation d'enduit muqueux (limon) de taches, ainsi que l'apparition de pigments. Les levures et moisissures peuvent aussi être à l'origine d'odeur et de goût anormaux prononcés comme le moisi.

D. Multiplication de la flore initiale :

1. Etapes de multiplication de la flore initiale :

Le cycle de croissance des bactéries dans un milieu non renouvelé peut être représenté par une courbe semi-logarithmique, qu'on peut diviser en (4) phases :

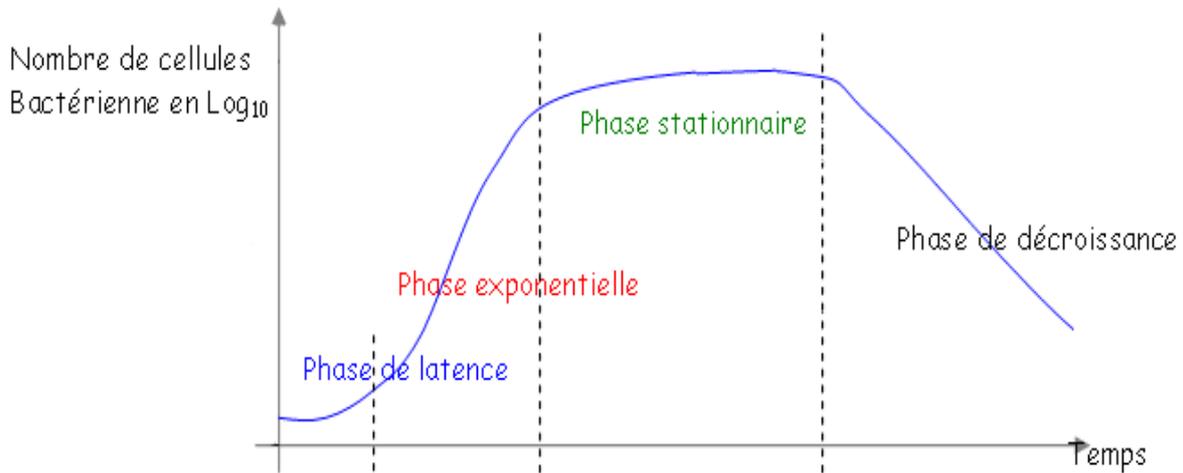


Figure 5 : courbe logarithmique représentant la division bactérienne en fonction du temps dans un milieu non renouvelé

- **Une phase d'introduction ou de Latence :** au cours de laquelle les bactéries se trouvent dans un nouveau milieu et s'y adaptent. Elle correspond à la synthèse d'enzymes nécessaires à l'utilisation de substances du milieu neuf.
- **Une phase exponentielle :** c'est la phase durant laquelle toutes les cellules bactériennes viables se multiplient au taux maximum.
- **Une phase stationnaire :** durant cette phase le taux de croissance devient nul. Les cellules qui se multiplient compensent celles qui meurent.
- **Une phase de décroissance :** le taux de croissance devient négatif. Toutes les ressources du milieu sont épuisées alors que des métabolites toxiques s'y accumulent. Il se produit une lyse cellulaire sous l'action d'enzymes protéolytiques endogènes.

2. Conditions de la multiplication des microorganismes :

L'évolution des microorganismes dans la viande fraîche dépend d'un certain nombre de paramètres physico-chimiques à savoir : la température, le pH, la tension en oxygène, l'activité de l'eau, la concentration en NaCl.

2.1. La température :

Chaque espèce bactérienne a une température optimale où elle se développe le mieux.

2.1.1. Les germes psychrophiles :

Ce sont des germes qui exigent des températures voisines de 0°C (1°C - 2°C) pour croître. Leur séjour à une température plus élevée pourrait entraîner leur mort.

2.1.2. Les germes psychrotrophes :

Est considéré comme psychrotrophe, tout microorganisme donnant une culture macroscopiquement décelable en une semaine à 0°- 4°C (Stokes, 1962). Les psychrotrophes sont des germes qui se multiplient aux températures basses mais peuvent aussi le faire aux températures moyennes de 20°C – 30°C exemple, les pathogènes : *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* type E, et certaines souches de *Escherichia coli*, et de *Salmonella* (Catteau, 1999) et des germes d'altération comme les *Pseudomonadas* et *Acinetobacter*. Beaucoup de moisissures nuisibles comme certaines espèces de *Penicillium* et de *Cladosporium* sont psychrotrophes.

2.1.3. Les germes mésophiles :

Se sont des microorganismes préférant des températures optimales comprises entre 20°C et 40°C. La température 30°C est prise pour la culture expérimentale de cette gamme de germes. La plus part des bactéries pathogènes pour l'homme sont mésophiles se développant aisément à 37°C. Les mycètes sont généralement mésophiles. Leur croissance est optimale entre 20 et 25°C.

2.1.4. Les germes thermophiles et méso-thermophiles :

Se sont des micro-organismes qui se multiplient préférentiellement entre 45°C et 60°C. Leur étude est habituellement entreprise à 55°C. Parmi ce groupe, certains sont dits méso-thermophiles car, même s'ils sont habituellement cultivés à 44°C, ils peuvent se multiplier entre 35°C ou 40°C c'est le cas des *Escherichieae*. D'autres sont dits thermotrophes car se multiplient nettement mieux entre 44 °C ou 55°C c'est le cas de *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*.

2.2. L'activité de l'eau :

L' a_w est une valeur représentant la quantité d'eau libre (Activity of water), seule utilisable par les germes, indispensable pour leur développement. L'exigence en eau libre varie avec les espèces. Les micro-organismes et en particulier les bactéries ont des exigences plus ou moins grandes en eau (0.995 – 0.998) tel les *Pseudomonas* qui exigent une $a_w \geq 0.97$, d'autres à l'image des *Staphylococcus* tolèrent une a_w plus faible (0.86).

La plupart des levures et moisissures se développent à des valeurs d' a_w voisines de 0.85, certaines se contentent de valeurs beaucoup plus faibles (0.62 – 0.65) elles sont dites xérophiles. En dessous de 0.60 toute croissance microbienne est inhibée (Leclerc *et al.*, 1977)

(Tabl eau 5)

Tableau 5: Valeur de l'activité de l'eau (a_w) minimale pour la multiplication des micro-organismes rencontrés dans les viandes et produits carnés (LEISTNER et RÖDEL, 1976)

Activité de l'eau (a_w)	Bactéries	Levures	Moisissures
0.98	Clostridium botulinum C Pseudomonas *		
0.97	Clostridium Botulinum E		
0.96	Flavobacterium Klebsiella Lactobacillus * Proteus * Pseudomonas * Shigella		
0.95	Alcaligenes Bacillus Citrobacter Clostridium botulinum A et B Clostridium perfringens Enterobacter Escherichia Proteus Pseudomonas Salmonella Seratia Vibrio		
0.94	Lactobacillus Microbacterium Pediococcus Streptococcus * Vibrio *		
0.93	Lactobacillus * Streptococcus		Rhizopus Mucor
0.92		Rhodotorula Pichia	
0.91	Corynebacterium Staphylococcus en anaérobiose Streptococcus *		
0.90	Lactobacillus * Micrococcus Pediococcus Vibrio *	Hansenula Saccharomyces	
0.88		Candida Debaryomyces Hanseniaspora Torulopsis	Cladosporium
0.87		Debaryomyces *	
0.86	Staphylococcus en aérobiose		Paecilomyces
0.80		Saccharomyces *	Aspergillus Penicillium
0.75	Bactéries halophiles		Aspergillus *
0.62		Saccharomyces *	Eurotium *

2.3. Le pH et l'acidité :

Le pH du muscle est proche de la neutralité (7.2). Les bouleversements biochimiques qui ont lieu au cours du processus de transformation du muscle en viande ramène cette valeur du pH à 5 – 5.5 et à 6.2 pour les viandes surmenées (Ingram, 1948). Le pH est un paramètre très important dans la conservation de la viande. La diminution du pH ralentit la multiplication d'une grande partie de la flore de contamination de la viande (Ingram, 1948). Les bactéries pathogènes dites de toxi-infections alimentaires tels *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus* entéro-toxique, et *Clostridium perfringens* ne se développent pas dans des milieu acides mais elles y survivent souvent (Leclerc *et al.*, 1977). Ainsi, *Staphylococcus aureus* ne croit qu'à des valeurs de pH supérieures à 5 (Peterson *et al.*, 1964) et ne synthétise son entéro-toxine qu'à des valeurs supérieurs à 5.7 (Barber et Deibel, 1972). Un pH de 4.5 inhibe le développement de toutes les *Salmonelles* (Chung et Goepfer, 1970). En anaérobiose et à un pH supérieur à 6.0, on note un développement important de germes putréfiants comme les Clostridies, alors que leur développement est faible à des valeurs pH inférieur à 6.0 (Fournaud et Valin, 1978). Les levures et moisissures sont beaucoup plus tolérantes que les bactéries à des pH bas. Leur croissance optimale se situe entre 5 et 6. Cependant, certaines d'entre elles peuvent se multiplier à pH 3 et d'autre à pH 8. (Ingram, 1948). **(Figure 6)**

2.4. Le potentiel d'oxydoréduction :

Selon leur mode métabolique, on reconnaît différentes catégories de micro-organismes.

2.4.1. Aérobie stricts :

Ces micro-organismes exigent obligatoirement de l'oxygène pour pouvoir se multiplier: Ils sont dits aérophiles. Ces germes ne se développent qu'en surface ou ils forment des voiles ou des pellicules (le limon). Ils sont pour la plus part psychrotrophes et composent l'essentiel de la flore de contamination superficielle exogène des viandes. Parmi ces bactéries on cite : les *Pseudomonas*, les *Aeromonas*, certains *Acinetobacter* et les *Micrococci*. Les levures et moisissures, ont toutes besoin d'oxygène pour une croissance normale.

2.4.2. Micro-aérophiles :

Ces germes préfèrent ou exigent un potentiel d'oxydo-réduction réduit, ni trop élevé ni trop faible. Les *Lactobacillus* et les *Campylobacter* appartiennent à ce groupe. Les premiers sont largement retrouvés dans les produits alimentaires. Les lactobacilles sont utiles dans certaines fermentations. Ils sont aussi la cause de nombreuses altérations. Les *Campylobacter* sont des pathogènes responsables de gastro-entérites.

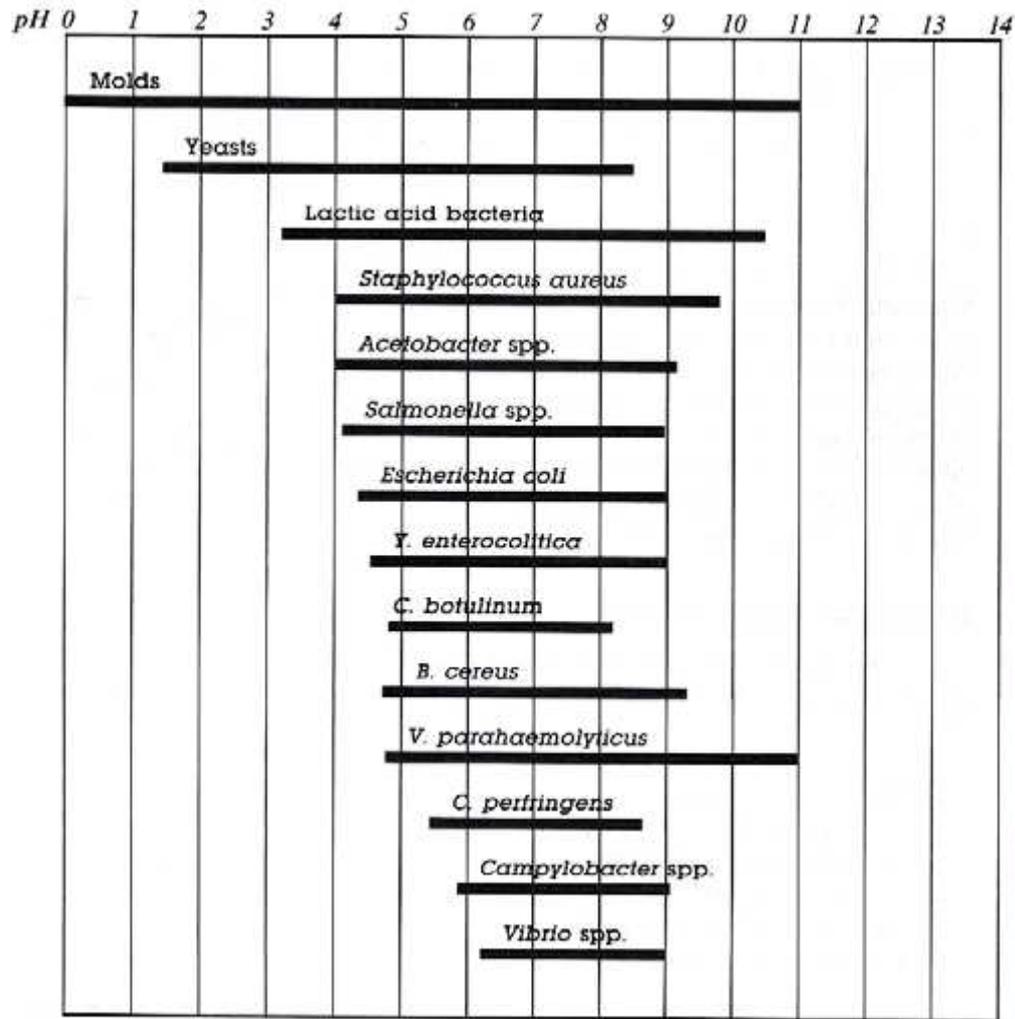


Figure 6: pH approximatifs permettant la croissance de quelques bactéries responsables de toxi-infections alimentaires (Jay, 1986)

2.4.3. Anaérobies stricts :

Ces micro-organismes ne peuvent pas se développer en présence d'oxygène. Les *Clostridium* font partie de ce groupe. Ils sont à l'origine de graves altérations et surtout d'intoxications. *Clostridium botulinum* est anaérobie stricte alors que *Clostridium perfringens* l'est moins.

2.4.4. Aérobie anaérobies facultatifs :

Se sont des germes dont le système respiratoire leur permet de se développer en présence ou en absence d'oxygène. Les *Enterobacteriaceae* fréquemment retrouvés à la surface des viandes en sont les représentants les plus communs.

2.5. La concentration en NaCl :

La majorité des bactéries rencontrées dans la viande font partie du groupe des non halophiles, c'est-à-dire qu'elles ne se multiplient pas à des concentrations \geq à 10% de NaCl (Gibbons, 1957). La majorité est sensible à 5%. Seules quelques rares bactéries comme certaines espèces de *Staphylococcus aureus* tolèrent des concentrations en NaCl de 10-15% (Morisetti, 1971).

2.6. Les facteurs nutritionnels :

Pour se développer dans un aliment donné, les micro-organismes doivent y trouver les sources d'énergie qu'ils sont capables de métaboliser en utilisant leurs enzymes. Ces nutriments sont essentiellement des hydrates de carbone et des peptides. En plus des nutriments fondamentaux (Glucides, Lipides, Peptides), certains micro-organismes exigent des facteurs de croissance assimilés aux vitamines.

V. CONSEQUENCES DE LA CONTAMINATION MICROBIENNE

A. Conséquences technologiques :

1. Evolution des caractères organoleptiques :

La formation d'un enduit visqueux à la surface des carcasses accompagné d'odeurs repoussantes et éventuellement de modification de la couleur, est un signe de pollution par des bactéries et levures dans des conditions aérobies (Forrest *et al.*, 1975), ces changements organoleptiques peuvent constituer un motif de rejet de la part du consommateur.

1.1 Aspect de la surface

La surface des carcasses fraîchement abattues, généralement légèrement humide, devient de plus en plus gluante au fur et à mesure du développement bactérien (Forrest *et al.*, 1975). Lors d'un entreposage en atmosphère sèche, la surface est envahie par des moisissures notamment les espèces de *Thamnidium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium* et *Rhizopus*. Certains de ces moisissures forment des taches à la surface : noires pour *Thamnidium*, vertes pour *Penicillium* et blanches pour *Cladosporium* et *Chrysosporium* (Rosset, 1974 ; Lowry et Gill, 1984).

1.2. Odeurs :

La présence d'odeur putride en aérobiose est le signe d'une putréfaction superficielle avancée (Dumont, 1982). De nombreuses odeurs, variables selon le germe mais dans les mêmes conditions d'aérobiose, ont été décrites dans le cas de pollutions microbiennes des viandes : odeur de moisi, d'éther, de rancidité, d'ammoniacque, de fromage et de choux (Kitchell, 1962 ; Dumont, 1982).

1.3. Couleur :

Les altérations de couleur dues aux micro-organismes peuvent prendre différentes formes et avoir des origines diverses (Lechowich, 1971). Certaines sont le résultat de réactions chimiques directes entre les pigments de la viande et des produits du métabolisme bactérien, comme l'hydrogène sulfuré et l'eau oxygénée. Ainsi, l'hydrogène sulfuré produit par certaines bactéries protéolytiques (*Clostridium*, *Proteus*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium*) agirait avec l'hémoglobine pour former un composé de couleur verte : la sulfhémoglobine (Mac Meekin et Patterson, 1975). Par ailleurs, certaines enzymes bactériennes agirait directement sur le pigment (Dumont, 1982). Certains micro-organismes lipolytiques tels les *Micrococcus* sont à l'origine de pigment rose à brun jaunâtre qui diffuse dans le gras de la carcasse (Dumont, 1982).

2. Modifications biochimiques :

Les diverses transformations de l'aspect extérieur, s'accompagnent de modifications biochimiques des composants de la carcasse (Protéines, Lipides) en même temps qu'apparaissent des produits nouveaux issus du métabolisme microbien.

2.1. Catabolisme des micro-organismes :

Le catabolisme des micro-organismes aboutit, quelque soit le composant, à la libération de substances très variées, solubles, volatiles ou gazeuses

- **Les Glucides :**

Mise à part les réserves en glycogène contenues dans les cellules musculaire, la viande n'est pas un aliment particulièrement riche en glucides, les proliférations de germes en surface des carcasses ne s'accompagnent pas d'un intense catabolisme glucidique celui-ci à plus tôt lieu en profondeur. Les principaux composés issus du métabolisme anaérobie des glucides par les bactéries qui se développent dans les produits carnés sont : l'acide lactique, l'éthanol, le CO₂, l'acide acétique, l'acide butyrique et l'acétone.

- **Les composés azotés :**

L'action des micro-organismes intéresse beaucoup plus les protéines du conjonctif (le collagène, l'élastine, et la réticuline) dans les conditions naturelles d'altération, seule la tropomyosine est dépolymérisée par les micro-organismes (Dainty *et al.*, 1975). Les protéines sont hydrolysées en polypeptides, dipeptides et acides aminés. Les deux principales réactions portant sur les acides aminés sont la désamination et la décarboxylation. La désamination libère de l'ammoniac. La décarboxylation libère du gaz carbonique et des amines biogènes ou des polyamines. Des réactions particulières peuvent se produire. ; Exemple : Le Tryptophane donne de l'indole. La Lysine, l'ornithine et l'histidine sont à l'origine respectivement de la cadavérine, de la putrescine et de l'histamine. Les acides aminés soufrés comme la cystéine et la méthionine qui libèrent du H₂S et qui sont à l'origine de mercaptans (composés organiques soufrés par un groupement thiol).

Dans l'ensemble du catabolisme azoté des viandes de nombreux gaz sont émis dont une bonne partie est azotée et basique. Il s'agit de l'Azote Basique Volatil Total (ABVT). Environ 80% des bactéries du genre *Pseudomonas* sont protéolytiques. Les *Acinetobacter* sont aussi des protéolytiques et dégagent des arômes désagréables. Ces deux germes sont responsables de poissage et de putréfaction des viandes. Ils existent d'autres bactéries protéolytiques comme *Moraxella*, et *Corynebacterium* et certaines entérobactéries comme *Serratia*. Les *Clostridium* anaérobies sont aussi très protéolytiques (Larpen, 1997) de même que certaines moisissures comme *Thamnidium* et *Mucor*.

- **Les lipides :**

Les micro-organismes peuvent réaliser deux types d'attaque enzymatique sur les lipides de la carcasse.

- L'hydrolyse par une lipase.
- L'oxydation des acides gras par des lipoxydases.

Les lipases hydrolysent les triglycérides, il en résulte des acides gras qui peuvent être soit l'acide butyrique soit l'acide caproïque. Ils sont reconnaissables par leur odeur et leur saveur : c'est la rancidité. Certaines moisissures comme *Aspergillus* et *Penicillium*, libèrent l'acide oléique du gras des carcasses, ce qui lui donnerait un aspect huileux.

Les Lipoxydases provoquent également l'oxydation des acides gras insaturés donnant ainsi des peroxydes qui se décomposent en aldéhydes, en cétones et en alcools.

Les germes susceptibles d'agir sur le gras des carcasses sont *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, certaines entérobactéries (*Salmonella*) et *Clostridium*. Les levures tels *Candida*, en particulier *Candida lipolytica*, *Rhodotorula* et des moisissures comme *Penicillium*, *Aspergillus*, *Thamnidium*, *Mucor* et *Monilla* (Jansen, 1952 ; Patterson, 1966 ; Hsieh. et Jay, 1984 ; Larpent, 1997) agissent également sur les lipides.

2.2 Anabolisme des micro-organismes :

Les muco-polysaccharides sécrétés par les micro-organismes sont responsables du caractère visqueux du limon, c'est l'un des composants essentiels des biofilms bactériens. Les micro-organismes synthétisent également certains pigments comme ceux de *Pseudomonas* : la pyocyanine (Bleu) et la pyoverdine (vert) qui peuvent teindre la viande. De très nombreuses substances complexes peuvent aussi être synthétisées, en particulier des enzymes et des mycotoxines par les moisissures.

3. pH et pouvoir de rétention d'eau :

Les contaminations de la viande par des germes d'altération s'accompagnent toujours par une augmentation de pH du milieu (Jay, 1972). Cette alcalinisation interviendrait dans le phénomène d'augmentation de la rétention d'eau par les protéines (Jay et Shelef, 1978)

B. Conséquences hygiéniques :

La putréfaction est l'altération majeure des viandes des animaux de boucherie, du gibier, et des produits de la pêche. Elle est due à l'activité des germes d'altération, à leurs enzymes et à leurs produits d'anabolisme. La putréfaction est l'ensemble des altérations que subissent les différents tissus de la carcasse (muscles, graisses, membranes ...) qui se traduisent par des

modifications de consistance et de couleur des tissus, de dégagement d'odeurs repoussantes et apparitions de saveurs anormales.

1. Différents types d'altérations des viandes :

1.1. Altération à température élevée (25°C - 40°C) :

Ces températures favorisent, la multiplication de germes mésophiles thermo-tolérants essentiellement des *Clostridium* anaérobies protéolytiques, qui se développent très rapidement dans la profondeur des masses musculaires, d'où l'intérêt d'une réfrigération précoce. La dégradation des protéines libère des gaz très malodorants (H₂S, NH₃, CO₂...) qui forment des logettes dans la profondeur du muscle ainsi que des substances toxiques (Histamine, Putrescine, Cadavérine). Cette altération est très rapide si les conditions s'y prêtent et précède, dans le temps, les altérations de surface (Cheftel et Cheftel, 1976).

1.2. Altération à température intermédiaire (10°C – 25°C) :

- **En surface :**

- **Poissage et odeur de relent :**

Le poissage et l'odeur de relent sont dus à la multiplication en surface de germes aérobies stricts ou aéro-anaérobies facultatifs comme *Pseudomonas* ou les entérobactéries et les coliformes. Ces phénomènes ont surtout lieu lors de mauvaises conditions de réfrigération. Ces phénomènes seraient dus en particulier à l'altération du gras de revêtement externe de la carcasse.. Le gras externe prend alors un aspect sale grisâtre et luisant dû à la lipolyse et à l'oxydation par des germes psychrotrophes aérobies lipolytiques tels les *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus*. La libération d'acide gras volatile et de peroxydes expliquerait l'odeur de relent (Larpen, 1997). A ce moment là, les protéines ne sont pas encore attaquées massivement

- **La putréfaction vraie :**

Si les conditions de conservation ne sont adéquates, le poissage aura tendance à s'étendre à toute la carcasse, et les germes commencent à pénétrer la profondeur des muscles. A ce moment là, les protéines commencent à être attaquées par des germes aérobies strictes ou aéro-anaérobies protéolytiques comme *Pseudomonas*, *Acinetobacter* et *Micrococcus* qui sont aussi protéolytiques, mais aussi des entérobactéries comme *Serratia* et *Proteus*, *Corynebacterium* et, enfin des Clostridies.

Il y a dégradation des protéines au-delà du stade de peptides après désamination et décarboxylation. L'ensemble de la carcasse est coloré en gris brun, avec dégagement d'odeurs nauséabondes de peptone puis ammoniacale (Larpent, 1997).

- La putréfaction verte :

La putréfaction verte survient souvent après une rupture de la chaîne du froid. La putréfaction verte, est liée à une reprise d'activité de flore non psychrotrophe initialement inhibée par le froid. Ce sont alors des entérobactéries, en particulier le genre *Proteus*, qui deviennent la flore dominante au détriment des *Pseudomonadaceae* (Bornert, 2000). Le pigment vert est dû à la formation de sulf-hémoglobine.

• En profondeur « La puanteur d'os » :

La puanteur d'os est observée dans certaines carcasses lentement ou insuffisamment réfrigérées. Elle se traduit par une altération particulière en profondeur, au tour des articulations des membres postérieurs couvertes par d'importantes masses musculaires.

Le phénomène serait dû à des anaérobies de la famille des Clostridies. Ces micro-organismes d'origine intestinale franchiraient la barrière intestinale lors de mauvaises conditions de transport ou d'abattage (stress, bactériémie, éviscération tardive) et seraient alors transportés dans les tissus profonds et même la moelle osseuse (Kitchell, 1972). En effet, la puanteur d'os est avant tout une dégradation des graisses d'où le dégagement de composés volatiles caractéristiques.

Selon Kitchell (1972), ce phénomène est constaté au moment du désossage ou du démontage des pièces. Il est caractérisé par :

- Une odeur anormale, aigre parfois butyrique.
- Au voisinage des articulations, les tissus concernés sont de couleur brunâtre.
- Formation de logettes de gaz au tour des articulations.

1.3. Altération à basse température (inférieur à 10°C) :

Seuls les bactéries psychrotrophes tels *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Alteromonas*, *Acinetobacter* et *Flavobacterium* subsistent à ces températures et seront responsables de l'altération de la viande. Un développement fongique peut aussi être observé (Bornert, 2000).

• En atmosphère sèche :

A 7°C et en atmosphère sèche les carcasses subissent une déshydratation superficielle, ou croûtage, qui n'autorise que le développement de micro-organismes à la fois psychrotrophes et xérophiles (Rosset, 1974). Les altérations microbiennes apparaissent donc tardivement, et

sont le fait de moisissures plutôt que de bactéries, à l'image de *Cladosporium* qui forme des points noirs sur la carcasse, *Sporotrichum*, des points blancs, ou encore *Penicillium* qui forment des taches vertes (Brooks et Hansford, 1923). Ces germes participent à l'hydrolyse et l'oxydation des graisses conférant à la viande des saveurs et des odeurs anormales (Rosset, 1974 ; Cheftel et Cheftel, 1976).

- **En atmosphère humide :**

En atmosphère humide, l'entreposage des viandes favorise le développement des bactéries du genre *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Acinetobacter* et certains germes de la famille des *Enterobacteriaceae* (Bornert, 2000).

2. Danger des viandes putréfiées :

Le danger des viandes putréfiées provient de l'ingestion éventuelle de métabolites toxiques résultant d'une désamination et une décarboxylation des acides aminés avec libération de CO₂ et des amines biogènes toxiques telles l'Histamine (Histidine), Tyramine (Tyrosine), Cadavérine (Lysine). Il existe également un danger mineur d'intoxication par inhalation des gaz de protéolyse (CH₄, NH₃, H₂S ...).

Même peu pathogène, mais en grand nombre, la microflore d'altération saprophyte peut présenter un risque potentiel de toxi-infection alimentaire.

C. Conséquences sanitaires :

Ces vingt dernières années, les problèmes de santé publique et d'ordre économique associés aux maladies d'origine alimentaire ont pris une grande ampleur dans le monde.

Aux Etats-Unis d'Amérique, les estimations annuelles sont de 76 millions de cas/an de maladies transmises par les aliments, auxquels sont associés 325 000 hospitalisations et 5 000 décès. Le coût global de la prise en charge médicale et des pertes économiques engendrées est estimé entre 5 et 6 milliards de dollars US par an. En Grande Bretagne, on estime l'incidence annuelle des maladies transmises par les aliments à 2.366.000 cas, 21.138 hospitalisations et 718 décès (Mead *et al.*, 1999).

En Algérie, l'incidence annuelle des toxi-infections alimentaires a été estimée à 5000 à 6 000 cas/ an selon des responsables du ministère du commerce et du ministère de la santé (Anonyme², 2006). Ces chiffres sont loin de refléter la réalité, et selon les spécialistes, le nombre de cas annuels serait, au minimum, de l'ordre de 300 000 à 500 000 cas par an (Anonyme³, 2006). Par ailleurs, l'OMS estime l'incidence des toxi-infections alimentaires et autres empoisonnements en Algérie à environ 8 millions de cas par an. (Anonyme¹, 2006).

Ces désagréments causeraient chaque année l'hospitalisation de 36 000 personnes et la mort de 500 personnes.

34% des cas de TIAC seraient dus à l'ingestion de viandes et de produits dérivés. Ainsi, en 2004, 36,1 tonnes de viandes rouges et 24,5 tonnes de viandes blanches ont été saisies. Avec 40% des cas enregistrés, les fêtes familiales détiennent le record des causes des TIAC, suivent les fêtes religieuses et les repas dans les cités universitaires (Anonyme¹, 2006).

En outre, chaque cas d'hospitalisation coûterait à l'état 2000 à 3000 dinars/jour d'hospitalisation selon un haut responsable de la prévention au Ministère Algérien de la Santé (Anonyme¹, 2006).

1. Gravité des maladies d'origine alimentaire :

Les maladies d'origine alimentaire constituent un vaste groupe de pathologies. Parmi celles-ci ; les gastro-entérites, provoquées par un ensemble de micro-organismes, bactéries, virus et parasites. Les conséquences de l'ingestion d'agents pathogènes provoquant des diarrhées dépendent de plusieurs facteurs relevant de l'hôte, notamment son état immunitaire, sa capacité à générer une réaction immunitaire, son état de nutrition, son âge, et de certains facteurs non spécifiques de l'hôte peu connus. L'incidence, la gravité et la létalité des diarrhées d'origine alimentaire sont plus élevées chez certaines catégories particulièrement vulnérables de la population, comme les enfants de moins de cinq ans, les femmes enceintes, les personnes immunodéprimées et les personnes âgées.

2. Maladies transmises par les viandes rouges :

La diversité des germes qui peut contaminer la surface des carcasses aux abattoirs, ainsi que, la diversité des sources de contamination fait qu'il existe plusieurs types de trouble due à l'ingestion de viande contaminée.

2.1. Intoxications alimentaires :

Les intoxications alimentaires sont des empoisonnements le plus souvent à symptomatologie digestive, dues à des toxines bactériennes préformées en quantité suffisante dans l'aliment (Jacquet, 1968 ; Newell, 1973 ; Frosbisher et Fuerst, 1976). Les germes qui en sont responsables sont des gram positif qui contamine très fréquemment la viande, tels *Staphylococcus aureus* (Jay, 1970¹), *Bacillus cereus* (Mouton, 1973 ; Catsaras, 1973²). En effet, selon Libby (1975) et Catsaras (1973²) la viande serait impliquée dans 40% des intoxications par *Staphylococcus aureus*. Le botulisme est une neuro-intoxication grave, elle est due à l'ingestion d'une toxine préformée dans l'aliment ; la toxin botulique, produite par les spores de *Clostridium botulinum*.

2.2. Les toxi-inféctions alimentaires :

A la différence des intoxications, les toxi-inféctions alimentaires sont des troubles digestifs provoqués par des toxines libérées dans l'intestin par des germes présents en grande quantité dans l'aliment (10^8 - 10^{10} germes/g) (Hobbs B.C. 1962 ; Jay, 1970²). Les germes qui en sont responsable sont des gram positif sporulés tels *Clostridium perfringens* et *Bacillus cereus*, mais aussi des gram négatif comme certaines Salmonelles. Ces germes sont très largement répandus dans la nature, et sont aussi hôtes banaux des intestins des herbivores (Jay, 1970²). La viande est presque toujours à l'origine des toxi-inféctions impliquant *Clostridium perfringens* et *Bacillus cereus* (Lillard, 1971 ; Labie, 1974 ; Jay, 1970²).

2.3. Les infections d'origines alimentaires :

Les infections d'origines alimentaires sont des gastro-entérites infectieuses aiguës causées par des germes pathogènes, le plus souvent se sont des entérobactéries (*Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* ...), hébergées dans le tractus intestinal des mammifères (Jay, 1970c), elles sont apportées par des manipulateurs au cours des opérations d'abattage, les viandes sont de ce fait très exposées à la contamination par entérobactéries pathogènes. D'autre part, ces germes sont capables d'adhérer à la muqueuse intestinale et de s'y multiplier (Weiser, 1971). De toutes les toxi-inféctions d'origine alimentaire collectives (TIAC) dans le monde les gastro-entérites infectieuses sont les plus fréquentes (Korsak et al., 2004).

2.4. Les intoxications de type histaminique :

Les intoxications de « types histaminiques » sont des empoisonnements consécutifs à l'ingestion de denrées en cours d'altération suite à une contamination microbienne massive et/ou une conservation dans de mauvaises conditions. Elles sont le plus souvent associées aux poissons et aux viandes. L'intoxication est provoquée par des composés du catabolisme microbien des protéines ce sont les amines de décarboxylation (Histamine, Tyramine, Cadavérine, Méthylamine ...).

VI. PRELEVEMENT DES BACTERIES A LA SURFACE DES CARCASSES.

A. les méthodes de prélèvement :

Trois principales méthodes de prélèvement sont décrites pour le contrôle microbiologique des carcasses : les méthodes dites destructives, les méthodes non destructives et les méthodes par contact. Pour comparer des résultats, il est recommandé d'utiliser à chaque fois la même technique de prélèvement. L'excision et les méthodes de prélèvement par « chiffonnage » sont deux techniques incluses dans la nouvelle réglementation de l'Union Européenne pour l'analyse microbiologique des carcasses à l'abattoir, leurs dispositions sont décrites dans la norme ISO 17604:2003.

1. Méthodes destructives

Ces méthodes consiste à prélever un échantillon de tissu superficiel sur la carcasse à l'aide d'outils appropriés (Pince, emporte pièce, bistouri) **(Photo 1)**

- **Méthode de l'excision à l'aide d'un gabarit :**

A l'aide d'une pince et un scalpel, prélever un échantillon de viande de 10 à 25 cm² sur 2 mm d'épaisseur. Cette surface est délimitée par un gabarit.

- **Méthode de l'emporte pièce:**

A l'aide d'un emporte pièce et un scalpel des disques de 2 mm d'épaisseur sont ainsi découpés.

2. Les méthodes non destructives Méthodes destructives

A l'aide d'un disque en coton, ou une éponge abrasive, ou un tampon de gaze, une surface délimitée est frottée pour prélever les germes éventuellement présents.

- **Méthode d'écouvillonnage « chiffonnage » :**

Consiste à humidifier un écouvillon hydrophile (Tissu, Gaze, disque en coton) avec une solution peptonée et de frotter vigoureusement (verticalement, horizontalement et diagonalement) une zone délimitée sur la carcasse à l'aide d'un gabarit. Les surfaces écouvillonnées peuvent aller jusqu'à 100 cm². Cette méthode peut aussi être pratiquée sans humidification de l'écouvillon. **(Photo 2)**

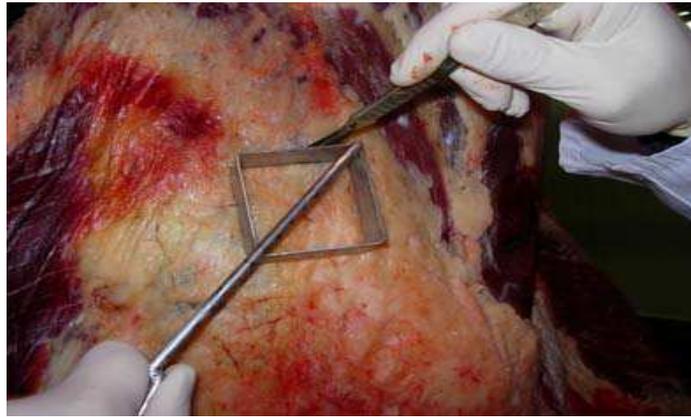


Photo 1 : Méthode de prélèvement destructive par excision (Vimon, 2007).

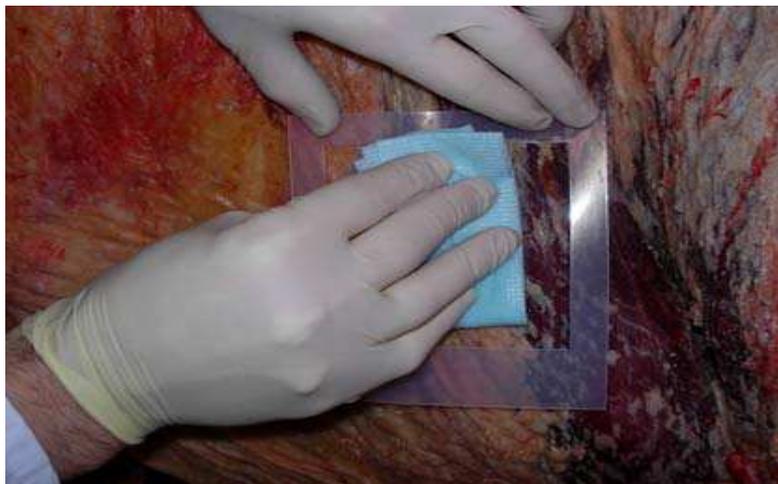


Photo 2 : Méthode de prélèvement non destructive par écouvillonnage « chiffonnage » (Vimon, 2007)..

- **Méthode de prélèvement à l'éponge abrasive :**

Consiste à frotter avec une éponge légèrement abrasive (rugueuse) une surface de la carcasse délimitée à l'aide d'un gabarit (jusqu'à 100 cm²). Cette méthode permet de détacher plus de germes. Elle est appliquée pour les surfaces faiblement contaminées. **(Photos 3)**

3. Les méthodes par contact

Des boîtes de gélose (contenant différents milieux selon le contrôle bactériologique recherché) sont appliquées à la limite de l'écrasement sur une zone de la carcasse.

B. Avantages et limites des différentes méthodes de prélèvement

1. Méthodes destructives

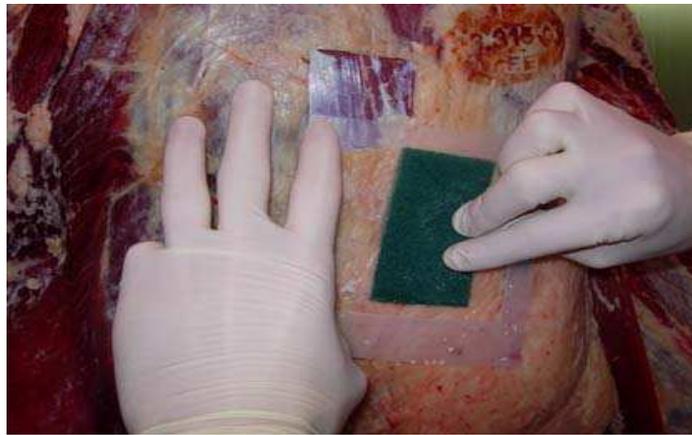
Cette méthode permet de récupérer plus de bactéries que les autres méthodes. Cette méthode a une meilleure répétabilité et reproductibilité des résultats. Cependant, cette méthode détériore quelque peu l'aspect de la carcasse ce qui peut être commercialement préjudiciable. Elle peut aussi engendrer des inexactitudes importantes d'une part, dans le cas d'un dénombrement bactérien lorsque la contamination totale est faible et/ou répartie de façon hétérogène.

2. Les méthodes non destructives

Cette méthode est intéressante pour la préservation de l'intégrité des carcasses. Elle est simple et pratique. Elle permet d'échantillonner une surface importante de la carcasse ; ce qui est plus avantageux lors de la recherche de bactéries réparties de façon non homogène sur la carcasse (tel *Esherichia coli* O157: 7 et les *Salmonella*). Cependant, cette méthode a un taux de récupération des bactéries souvent variable et inférieur à celle de l'excision. En effet, la méthode non destructive semblerait capable de récupérer uniquement les cellules bactériennes faiblement liées aux tissus superficiels des carcasses. D'autre part, les résultats obtenus avec cette méthode sont souvent peu reproductibles et peu répétables étant donné la variabilité liée en particulier à l'opérateur.

3. Les méthodes par contact

Cette méthode est simple et pratique tant au stade de prélèvement de l'échantillon lui-même qu'au niveau de son analyse au laboratoire. Elle permet la préservation de l'intégrité de la carcasse en évitant toute détérioration liée à l'échantillonnage. Cependant, cette méthode a un taux de récupération des bactéries souvent très faible et est inappropriée lorsque la surface à échantillonner n'est pas plane. En plus, la surface



Photos 3 : Méthode de prélèvement non destructive à l'éponge abrasive (Vimon, 2007)..

échantillonnée reste faible, ce qui peut induire (comme dans le cas de l'excision) des inexactitudes dans les niveaux de dénombrement obtenus ou l'absence de détection de germes cibles.

C. Performances des méthodes destructives et non destructives

Du point de vue performance, la méthode de l'excision est considérée comme la méthode de référence car supposée récolter 100% des germes (Eisel *et al.*, 1997 ; Gill et Jones, 2000). Il existe un grand nombre de méthodes non destructives (écouvillonnage en milieu humide ou sec, prélèvement à l'aide d'éponge, de disques en coton, de tampon de gaze...) dont les performances sont très variables.

Certains auteurs (Eisel *et al.*, 1997 ; Gill et Jones, 2000) ont montré que les quantités relatives de bactéries récupérées par chiffonnage ne représentent que 0,01 à 89% des quantités de bactéries récupérées par l'excision. D'autres pourcentages sont rapportés et varient de 6 à 16% (Anderson *et al.*, 1987), de 1 à 14% (Lazarus *et al.*, 1977), de 33 à 47% (Emswiler *et al.*, 1978) ou encore de 16 à 45% (Hambraeus *et al.*, 1990).

Cette importante variabilité est liée à de nombreux facteurs. La source de variabilité la plus importante est le type de matériel utilisé pour réaliser le prélèvement. En effet, la matière utilisée pour l'écouvillonnage doit répondre à 2 fonctions essentielles : la première étant de décrocher suffisamment les bactéries de la paroi et la deuxième c'est de pouvoir les relarguer dans le diluant utilisé.

Les matières utilisées dans ces méthodes non destructives sont principalement composées d'alginate, de cellulose, de polyuréthane, de coton, ou bien encore de gaze. Certaines études ont montré que les prélèvements réalisés avec des matières comme l'alginate ou le coton (Non abrasif) ont des taux de récupération nettement inférieur à ceux effectués avec des éponges abrasives. (Anderson *et al.*, 1987 ; Gill et Jones, 2000)

Outre la matière utilisée, d'autres facteurs liés à la réalisation du prélèvement peuvent également avoir un effet sur les performances des méthodes non-destructives, notamment des facteurs liés à l'opérateur (temps et pression appliqués lors de l'écouvillonnage).

Par ailleurs, il a été montré, que l'humidification de l'écouvillon améliore les taux de récupération de germes par les méthodes non-destructives (Fliss *et al.*, 1991 ; Kitchell *et al.*, 1973).

D'autre part, l'état de la carcasse peut intervenir sur les performances des méthodes. Ware *et al.* (1999), ont montré que le temps de stockage des carcasses influence les taux de récupération des bactéries puisqu'un grand nombre de celles-ci se retrouvent en phase d'adhésion irréversible.

En outre, la texture de la surface échantillonnée intervient sur le nombre de bactéries récupérées ; des études ont montré que les taux de récupération de germes sur des tissus adipeux étaient inférieurs à ceux reportés sur des échantillons de tissu musculaire (Gill et Jones, 2000).

VII. MESURES VISANT À DIMINUER LA CONTAMINATION SUPERFICIELLE DES CARCASSES À L'ABATTOIR

A. Les bonnes pratiques d'hygiène

1. Les bonnes pratiques d'élevage :

Au stade de la production animale, l'approvisionnement, la manipulation, le stockage, le traitement et la distribution des aliments aux animaux, ainsi que la production des ressources fourragères et le pâturage doivent être conformes aux pratiques correctes d'alimentation animale (OIE, 2002). D'autre part, tout aliment pour bétail transformé devrait être conforme à des critères microbiologiques tels que l'absence de *Salmonella* et de limites maximales en ce qui concerne la présence de mycotoxines. L'eau doit être potable et de bonne qualité microbiologique.

Le cuir est la principale source de contamination bactérienne superficielle des carcasses bovines lors de l'abattage (Fournaud, 1982 ; Fournaud, 1978 ; Cartier, 1994 ; Sofos, 1994 ; Sofos et al, 1999d). Il convient donc de le maintenir en bon état d'hygiène. Pour cela, il faut empêcher autant que possible l'accumulation excessive de boue ou de matière fécale sur la peau. Cela passe par un nettoyage des étables ainsi qu'un changement régulier de la litière.

2. Le Transport :

De mauvaises conditions de transport d'animaux à l'abattoir peuvent se répercuter négativement sur l'hygiène des opérations d'abattage :

Le transport doit s'effectuer dans des conditions telles qu'elles n'entraînent pas la souillure excessive de leur peau (OIE, 2002). Lors du transport des animaux à l'abattoir, on doit veiller à ce que :

- Les salissures et la contamination croisée des animaux par les matières fécales soient réduites au minimum ;
- Les animaux ne soient pas stressés inutilement.
- Les véhicules destinés au transport du bétail devraient être construits et entretenus de sorte que les animaux puissent facilement y être embarqués, débarqués et transportés.

- Les véhicules de transport devraient être lavés et au besoin désinfecté le plus tôt possible après le déchargement des animaux à l'établissement.

3. Présentation des animaux a l'abattoir :

- Les animaux arrivant à l'abattoir devraient présenter un état de propreté suffisant afin de ne pas compromettre l'hygiène de l'abattage et de l'habillage. le contrôleur des viandes devrait pouvoir ordonner qu'un animal soit nettoyé avant l'abattage. Un brossage ou un lavage partiel ou total d'un bovin à l'eau sous pression, réduit considérablement la population bactérienne à la surface du cuir (Gill, 1998). Le séchage des animaux lavés est impératif sous peine de voir la population microbienne restante se multiplier par 5 ou par 10 (Empety et Scott, 1939).

4. Exigences applicables aux abattoirs:

4.1. Infrastructure de base

Dans un établissement d'abattage, des locaux distincts sont exigés pour:

- L'hébergement des animaux (local d'attente et local de stabulation);
- L'abattage, avec des locaux séparés pour la saignée, le dépouillement, l'éviscération et la poursuite de l'habillage.
- Le traitement des abats.
- L'entreposage des viandes (local de réfrigération et de surgélation).
- Le personnel (vestiaires, toilettes).
- L'élimination des sous-produits animaux.
- Les contrôles et les mesures officiels.

4.2. Conditions de stabulation

Les locaux d'attente, de stabulation et les couloirs d'amenée doivent être pourvus:

- de sols non glissants, résistants et imperméables, faciles à nettoyer et à désinfecter;
- de murs lisses dont le revêtement est résistant, imperméable, facile à nettoyer et à désinfecter.
- Les locaux de stabulation devraient être entretenus de manière à éviter que les animaux ne soient excessivement souillés et cela en évitant l'accumulation des excréments dans le sol ou par la pause d'une litière.
- un local de stabulation sanitaire que l'on peut fermer à clef ou un emplacement à part dans le local de stabulation, pour isoler les animaux malades ou suspects:

4.3. Equipement des locaux d'abattage

Les locaux d'abattage et les locaux où sont entreposés les carcasses doivent être équipés:

- de sols imperméables et imputrescibles, faciles à nettoyer et à désinfecter qui permettent à l'eau provenant des postes de travail et des emplacements d'entreposage de s'écouler facilement vers les bouches d'évacuation des eaux qui doivent être siphonnées et recouvertes d'une grille (**Photo 4**)
- Des murs revêtus d'un revêtement lisse, clair et facile à nettoyer et à désinfecter (Ex : faïence) (**Photo 5**)
- de coins et de lignes de jonction des murs et du sol arrondis ou conçus de sorte que la saleté ne puisse s'y accumuler.
- un dispositif pour suspendre les carcasses; de façon à ce qu'elles n'entrent en contact ni avec le sol ni avec les murs ni avec éléments de construction, comme un réseau de rail aérien dont la hauteur doit être comprise entre 3.5 – 4.5 m. (FAO)
- Les installations et les outils susceptibles de rentrer en contact avec les carcasses doivent être pourvus de surfaces lisses, faciles à nettoyer et à désinfecter là où ils entrent en contact avec les carcasses et les abats. Les surfaces en bois sont proscrites.
- Une séparation suffisante et efficace entre le secteur propre et le secteur souillé.
- L'approvisionnement en eau potable froide et chaude doit être garanti dans tous les locaux où s'effectue le traitement des carcasses et des abats.
- Les locaux doivent être suffisamment éclairés, soit par la lumière du jour, soit par de la lumière artificielle.
- Les locaux doivent disposer d'une ventilation adéquate. Au besoin, ils seront équipés d'un système d'évacuation des buées.
- Une ou plusieurs chambres froides. Elles doivent être revêtues en matériaux imperméables, imputrescibles, faciles à nettoyer et à désinfecter. Les locaux de refroidissement doivent être suffisamment vastes pour le nombre de carcasses qu'on y entrepose. Ces locaux doivent être équipés d'un système de refroidissement capable, d'atteindre et de maintenir les températures prescrites.

Un dispositif de nettoyage des mains doit être installé à proximité de chaque poste de travail. Pourvus de robinets qui dispensent de l'eau courante froide et chaude, de



Photo 4 : abattoir moderne (Internet : Google image)



Photo 5 : Revêtement mural conforme aux règles d'hygiène dans un abattoir (Internet, Google Image)

- distributeurs de savon et de désinfectant et d'un système hygiénique de séchage des mains (ex : les essuie-mains jetables).
- Près des postes de travail doivent se trouver des dispositifs appropriés au nettoyage des outils qui sont entrés en contact avec les carcasses et du matériel contaminé, notamment les couteaux et les haches, et, pour la désinfection, de l'eau chaude d'une température d'au moins 82 °C ou d'un autre système ayant un effet équivalent.
- Un local particulier ou un emplacement particulier est requis pour la vidange des estomacs et des intestins
- Les locaux, les récipients, les conduites ainsi que les systèmes d'évacuation doivent être disposés de manière à ce que les sous-produits animaux ne souillent pas les carcasses.

5. Exigences applicables aux personnels

- Le personnel doit disposer de vestiaires, de douches, de toilettes et de dispositifs de nettoyage des mains.
- Les toilettes ne doivent pas communiquer directement avec les locaux de travail ni avec les entrepôts.
- Un local particulier ou un emplacement particulier doit être réservé, dans l'abattoir, pour le nettoyage des tabliers et des bottes.

6. Règles d'hygiène dans les abattoirs

6.1. Hygiène du personnel

Les personnes occupées aux opérations d'abattage doivent:

- porter des chaussures faciles à nettoyer, des vêtements de travail clairs ainsi qu'une coiffe.
- mettre des vêtements de travail propres au début de chaque journée de travail, et les changer dans le courant de la journée s'ils sont très salis.
- se laver soigneusement les mains: au début et à chaque reprise du travail, après avoir touché des animaux vivants ou des carcasses, et chaque fois que les mains ont été souillées.
- Il est interdit de manger, de boire de cracher et de fumer dans les secteurs réservés au travail.
- L'état sanitaire du personnel peut représenter un risque de contamination de la carcasse par des germes pathogènes. Toute personne malade (rhume, angine, Diarrhée..) doit être retirée de la chaîne d'abattage jusqu'à sa guérison complète.

6.2. Utilisation des installations et des outils

- Les installations et les outils doivent être strictement réservés aux activités afférentes à l'abattage et au traitement des carcasses et des abats.

- Les sols, les murs et les plates-formes ne doivent pas entrer en contact avec des carcasses.
- Il faut utiliser un couteau spécial pour chaque opération si l'on veut un travail rapide et de qualité. Les couteaux, de formes et de dimensions multiples, servent à saigner, écorcher et parer. Les haches sont utilisées pour fendre les carcasses.
- les surfaces en contact avec la viande doivent être parfaitement lisses et résister aux opérations répétées d'entretien et de nettoyage.
- le matériel utilisé au cours de la préparation des carcasses doivent être maintenus en bon état d'entretien et de propreté. Les outils à main doivent être soigneusement nettoyés et désinfectés en fin de journée et doivent être conservés en un endroit propre.

6.3. Règles d'hygiène lors de l'abattage

- L'abattage d'animaux de différentes espèces dans le même abattoir doit être séparé dans l'espace ou dans le temps.
- Les animaux ne doivent pas être rincés juste avant l'abattage ou le dépouillement car il est impératif que l'eau ne ruisselle pas de la peau de l'animal au moment de l'abattage car cela favoriserait le transfert de germes de la peau vers la carcasse au cours des opérations de dépouillement (Sofos et Smith, 1998a).
- Lors du dépouillement, la viande ne doit entrer en contact ni avec la partie externe de la peau ni avec les mains des opérateurs.
- Des mesures doivent être prises pour éviter le déversement du tractus digestif pendant l'éviscération par exemple en utilisant un couteau avec une extrémité arrondie pour effectuer la boutonnière. Les extrémités du tube digestif (rectum, œsophage) devraient être ligaturées avant leur section pour éviter tout risque d'écoulement au moment du déplacement.
- Les viscères de la cavité abdominale et le cuir doivent être retirés dès que possible du secteur «propre» de l'abattoir.
- Les carcasses doivent être exemptes de toute contamination fécale. Toute contamination visible doit être immédiatement éliminée par le parage.
- Les carcasses ne doivent pas être nettoyées ou essuyées à l'aide d'un linge ou d'autres matériaux servant au nettoyage.

7. Nettoyage des locaux, des installations et des outils

- Les locaux, à l'exception des locaux de réfrigération et de surgélation, les installations et les outils doivent être nettoyés et désinfectés à la fin de chaque journée de travail; les outils,

notamment les couteaux et les scies, doivent l'être en outre chaque fois qu'ils ont été souillés.

- Lorsque le poste de travail a été fortement souillé par l'abattage d'un animal ou par des matières potentiellement pathogènes, il doit être soigneusement nettoyé et si nécessaire désinfecté avant que le travail ne reprenne.
- Lors du nettoyage d'installations, d'outils et de tabliers, il faut prendre garde à ne pas souiller les carcasses, les abats ou d'autres denrées alimentaires.

B. la décontamination des carcasses

- **Le parage :**

Le parage consiste à exciser à l'aide d'un couteau les souillures apparentes comme les tissus meurtris ou salis par de la terre ou de la matière fécale. Cette opération est effectuée juste après le dépouillement et avant le refroidissement. Le parage a pour but de réduire la contamination microbienne (Gorman *et al.*, 1995a ; Reagan *et al.*, 1996 ; Sofos et Smith, 1998b).

Cependant, le parage ne diminue pas la contamination microbienne globale de la carcasse (Gill *et al.*, 1996 ; Jericho *et al.*, 1993). Cette opération doit être associée à un autre procédé plus efficace qui vise à diminuer la contamination invisible de la carcasse.

Le parage reste un geste nécessaire s'ajoutant à la somme de tous les autres procédés de décontamination pour réduire au maximum la contamination microbienne des carcasses de viandes aux abattoirs.

- **Rinçage à l'eau chaude :**

Le rinçage des carcasses à l'eau chaude apparaît comme étant le traitement le plus efficace pour décontaminer les carcasses, juste après l'abattage (Cabedo *et al.*, 1996). La décontamination des carcasses par pulvérisation d'eau chaude est plus uniforme ; ce qui n'est pas le cas d'un simple parage au couteau (Reagan *et al.*, 1996). L'efficacité de ces traitements est influencée par certains paramètres dont la pression de l'eau, la température de l'eau, le temps qui s'écoule entre l'opération d'habillage et le traitement et la durée du traitement (Cutter *et al.*, 1997 ; Gorman *et al.*, 1995b). Pour qu'elle soit efficace, la température de l'eau doit excéder les 74°C. (Davey et Smith, 1989). Le rinçage à l'eau chaude réduit considérablement les germes de contamination superficielle (Gorman *et al.*, 1995a ; Kochevar *et al.*, 1997 ; Smith, 1992 ; Graves-Delmore *et al.*, 1997).

- **Rinçage aux solutions d'acides organiques :**

L'usage de solution d'acide organique pour la décontamination des carcasses de viande aux abattoirs est un procédé très répandu aux USA. Il est approuvé et recommandé par l'USDA-FSIS (FDA, 2003), mais non autorisé en Europe. Des solutions d'acides organiques de 1 à 3%, comme l'acide lactique, l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide propionique, l'acide ascorbique, l'acide formique, et l'acide peracétique sont utilisés pour leur effet antimicrobien résiduel pendant le stockage. Ces acides agissent en augmentant le temps de latence des micro-organismes, ralentissant ainsi leur multiplication (Podolak et *al.*, 1996 ; Smulders et Greer, 1998). Les acides organiques se sont avérés très efficaces pour réduire la flore de contamination superficielle, en particulier lorsqu'ils sont pulvérisés à une température comprise entre 50 et 55°C ou alors juste après le douchage de la carcasse à l'eau chaude (Castillo et *al.*, 1998).

Ils existent toute fois certains inconvénients quant à l'usage de solutions acides comme la sélection d'une flore acidophile et l'aspect corrosif des acides sur le personnel et le matériel (Gill, 1998).

C. Le système HACCP

Le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) est une démarche préventive qui doit permettre d'assurer la qualité des denrées alimentaires dans le contexte d'une démarche qualité globale. La démarche du système HACCP est basée sur la détermination des points critiques (CCP Critical Control Point) afin d'anticiper ou de prévenir les risques avant qu'ils ne surviennent et éventuellement y apporter des corrections.

Le tableau suivant récapitule les principaux points critiques au cours d'une chaîne d'abattage de bovins et les risques qui peuvent en découler ainsi que les correctifs qu'il y'a lieu d'apporter.

Tableau 6 : Analyse des risques pour une chaîne de production de carcasses bovines (inspiration personnelle).

Etape de production	Danger identifié	Cause du danger	Mesures préventives
Réception des Animaux	<ul style="list-style-type: none"> • Animaux malades • Contamination des animaux • Contamination des animaux par les murs et les sols. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maladie • Défaut de nettoyage • Défaut de nettoyage 	<ul style="list-style-type: none"> • Les animaux doivent être séparés, logés et abattus à part • Faire en sorte que les animaux arrivés restent propres et secs en bouverie. <ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage du sol par ramassage des fèces et rinçage à l'eau - Désinfection du sol - Pause d'une litière sèche • Nettoyage et désinfection à chaque pause au moins une fois pas jour
Préparation des animaux	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise qualité microbiologique de l'eau lors de la diète hydrique • Temps de repos 	<ul style="list-style-type: none"> • contamination microbiologique de l'eau de boisson • Non respect du temps de repos 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle microbiologique régulier de l'eau de boisson • Eviter tout surmenage et stress par une durée de repos de 24 heures
Saignée	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par le couteau de saignée • Temps de saignée. Egouttage trop court 	<ul style="list-style-type: none"> • Couteau contaminé : défaut de nettoyage désinfection 	<ul style="list-style-type: none"> • Stérilisation des couteaux après chaque animal • Temps suffisent pour permettre l'écoulement complet du sang
Dépouille	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminations croisées par l'intermédiaire des mains, couteaux, habillement • Contamination par contact direct de la face externe du cuir sur la viande 	<ul style="list-style-type: none"> • Hygiène du manipulateur et des équipements • Etat de propreté de la face externe du cuir 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavage et désinfection régulière des mains a chaque fois que la situation l'exige • Lavage et désinfection régulière des couteaux a chaque fois que la situation l'exige • Nettoyage régulier des combinaisons de travail • Opérer de telle sorte à éviter le contact entre la face externe du cuir et la carcasse
Eviscération	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par le contenu gastro-intestinal • Contamination par le couteau lors de la section des adhérences 	<ul style="list-style-type: none"> • Rupture accidentelle du tube digestif • Couteau contaminé : défaut de nettoyage désinfection 	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser des couteaux à extrémité arrondie et procéder lame vers le haut pour la réalisation de la fente abdominale. • Ligaturer les 02 extrémités du tube digestif avant sa section et sa mobilisation • Lavage et désinfection des couteaux après chaque opération

<p>Stockage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination par : - les crochets - le personnel - les autres carcasses - les locaux • Prolifération microbienne • Contamination aéroportée 	<ul style="list-style-type: none"> • Le nettoyage et ses fréquences • Température de stockage élevée • Stockage à l'air libre 	<ul style="list-style-type: none"> • Nettoyage et désinfection à chaque tour • Lavage et désinfection des mains entre chaque carcasse et à chaque fois que la situation l'exige. • Convoyage mécanisé des carcasses avec des taquets suffisamment écartés • Prévoir une hauteur des rails suffisante pour éviter tout contact avec le sol et respect des distances murs-rails pour limiter le risque de contact • Stocker en chambre froide • Contrôler la circulation de l'air
<p>Douchage de la carcasse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contamination de la carcasse • Prolifération microbienne 	<ul style="list-style-type: none"> • contamination microbiologique de l'eau de rinçage • Insuffisance de nettoyage 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle microbiologique régulier de l'eau de rinçage • Parage au couteau de parties souillées • Respect du temps de rinçage et de la pression d'eau à appliquer, renforcer cette opération par l'usage d'eau chaude

PARTIE
EXPERIMENTALE

OBJECTIFS

Afin d'apprécier l'état d'hygiène des abattoirs de viandes rouges d'El-Harrach et l'hygiène des procédés d'abattage y employés, notre étude a porté sur la flore de contamination superficielle d'origine bactérienne et fongique. En effet, cette flore est d'une part, un indicateur de l'absence d'hygiène générale dans un abattoir et d'autre part, un témoin des erreurs d'hygiènes commises au cours des opérations d'abattage. Pour cela, nous avons réalisé une étude qualitative et/ ou quantitative des bactéries et des mycètes à partir d'échantillons provenant de carcasses bovines, du personnel d'abattage, des outils d'abattage et de différents sites du bâtiment.

Pour l'étude bactériologique, nous avons effectué une analyse quantitative et qualitative de bactéries sur les carcasses bovines. Nous avons recherché puis dénombré six flores bactériennes décrites dans la littérature comme étant un indicateur de la qualité hygiénique des carcasses, des abattoirs ou de l'origine de contamination des carcasses dans un abattoir. Il s'agit de la flore aérobie mésophile totale, les psychrotrophes, les coliformes fécaux, les coliformes totaux, les entérobactéries dont les *E. coli* :

- La flore aérobie mésophile totale indique le degré de contamination bactérienne globale des carcasses de viande et les conditions de travail (Roberts, 1980) elle est utilisée comme méthode de contrôle de la qualité hygiénique des carcasses (Cartier, 1993).

-.Les psychrotrophes sont des germes indicateurs de l'altération de la viande et sont aussi utilisés par certains auteurs pour classer les abattoirs selon leur qualité hygiénique (Lasta *et al.*, 1992).

-. Les coliformes totaux et fécaux renseignent respectivement sur l'état de fraîcheur de la viande et sur les conditions d'abattage. Leur présence est souvent le signe d'une contamination fécale (Cartier., 1993). La présence de coliformes fécaux laisse à présager la présence d'*E.coli* potentiellement pathogènes.

-. Les entérobactéries qui contaminent les surfaces de la peau des animaux avant l'abattage peuvent servir d'indicateurs d'une mauvaise éviscération (Guiraud et Galze, 1980). Leur présence ne peut pas être corrélée uniquement à une contamination d'origine fécale. Elle indique généralement un défaut de maîtrise de l'hygiène générale. Elles peuvent laisser présager de la présence de pathogènes comme les Salmonelles

Pour effectuer cette analyse, nous avons prélevé 90 échantillons sur 30 carcasses bovines fraîchement abattues et avant estampillage sur une période de 1 mois allant du 10 octobre au 10 novembre 2005. Sur chaque carcasse, les échantillons ont été prélevés au niveau de la cuisse, de la poitrine et du flanc. L'analyse bactériologique a été réalisée au laboratoire de l'hygiène urbaine d'Alger (HURBAL)

L'étude fongique : Le but de cette étude est de déterminer, dans un premier temps, la présence de levures et de moisissures fréquemment rencontrées sur les carcasses bovines et, dans un deuxième temps, si ces carcasses bovines auraient pu être contaminées sur le lieu d'abattage. Dans la littérature, peu d'études ont porté sur la contamination des viandes par les champignons. Le taux de contamination faible des viandes par ces micro organismes par rapport aux bactéries pourrait être dû à leur action négligeable sur le substrat viande par rapport aux bactéries. Cependant, l'utilisation de la flore fongique en technologie alimentaire pourrait induire chez l'homme des pathologies. En effet, les champignons vont produire des polymérase et des métabolites, qui même en petites quantités, pourraient avoir un impact non négligeable sur la santé humaine. En outre, les champignons altèrent la qualité organoleptique de la viande

Pour atteindre notre but, nous avons recherché les levures et les moisissures d'une part sur les carcasses bovines fraîchement abattues et d'autre part au niveau du bâtiment de l'abattoir. Cette étude qualitative a été réalisée sur des échantillons prélevés à partir :

- des carcasses bovines au niveau de la tête, encolure, cou, épaule, dos, poitrine, cuisse et queue.
- du bâtiment d'abattage : sols et murs
- des abatteurs: paume de la main droite et gauche
- du matériel d'abattage : couteaux, fusils et crochets de suspension des carcasses

L'analyse fongique a été réalisée au laboratoire de parasitologie de l'ENV El harrach

MATERIEL
ET
METHODES

I. PRESENTATION DE L'ABATTOIR D'EL HARRACH

L'abattoir d'El Harrach est un bâtiment construit en 1919. Il est situé en pleine agglomération urbaine et est actuellement en adjudication. L'établissement dispose :

- d'une aire de stabulation, pour bovins et ovins, d'une superficie de 800 m².

L'hygiène y est défectueuse. En effet, outre l'absence d'une litière, les sols sont jonchés d'excréments et une odeur désagréable s'en dégage. On note également l'absence d'un couloir d'amenée. **(Photo 6)**

- d'une salle d'abattage mixte, pour les bovins et les ovins, d'une superficie de 1800 m² divisée en deux aires : une aire pour les bovins et une aire pour les ovins. **(Photo 7)** L'accès à la salle d'abattage se fait par un portail d'au moins 03 m de large, conçu de telle manière qu'il n'empêche pas l'accès des chats, chiens et encore moins des rongeurs. Le sol de l'aire d'abattage est glissant. Le revêtement des murs et des piliers en faïences est altéré par endroit **(Photo 8)**. Le plafond est très haut, ouvert et la charpente en bois d'origine héberge des nids d'oiseaux **(Photo 9)**. On a également relevé l'absence d'une salle de ressuyage, d'un dispositif de douchage des carcasses et d'un système de rail aérien mécanisé. L'abattoir dispose aussi d'une autre salle d'abattage pour les équins à l'arrière de la salle réservée aux ruminants

- Le Secteur des abats blancs est composé d'un local de vidange des réservoirs gastriques, de triperie et de boyauderie. Il communique directement avec l'air d'abattage. Il n'existe pas de local de stockage des cuirs. Ces derniers sont disposés dans un coin de la salle d'abattage.

Comme dans tous les abattoirs en Algérie, l'abattage des bovins à l'abattoir d'El harrach se fait, selon le rite musulman, par égorgement: l'animal est brutalement déséquilibré, couché sur le sol, immobilisé puis égorgé par section des jugulaires et des carotides **(Photo 10)**. A ce moment là, les carcasses sont souvent rincées **(Photos 11)**. Après la mort, l'animal est mis en décubitus dorsal. L'habillage commence par la partie ventrale **(Photo 12)**. L'éviscération abdominale débute sur la carcasse partiellement dépouillée et encore sur le sol **(Photo 13)**. L'animal est suspendu par des crochets au niveau des membres postérieurs et au fur et à mesure que la carcasse monte, l'habillage de la partie dorsale se poursuit. Elle est achevée ainsi que l'éviscération abdominale après la suspension de la carcasse à l'aide d'un treuil et des crochets **(photo 14)**. L'opération reste manuelle : les sacs gastriques sont déplacés à la main et les attaches sectionnées au couteau. La perforation des réservoirs gastriques et l'écoulement de leur contenu sur la carcasse se produisent assez fréquemment.



Photo 6: Enclos de stabulation de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle)



Photo 7: Salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle)



Photo 8: Salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle)

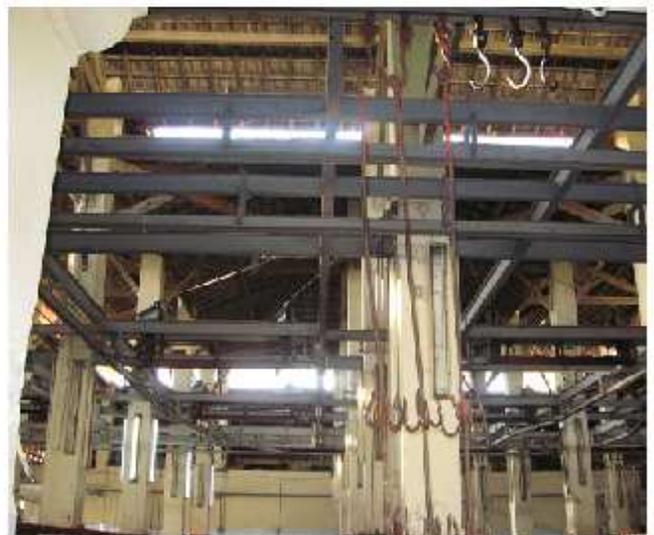


Photo 9: Charpente et rail aérien de la salle d'abattage des bovins et ovins de l'abattoir d'El-Harrach (Photo personnelle).



Photo 10 bovins saignés (Etapes de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle)



Photo 11 Rinçage de la dépouille (Etapes de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle)



Photo 12 Dépouillement en position horizontale (Etapes de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle)



Photo 13 : Eviscération abdominale et (Etapes de l'abattage – dépouillement de la partie dorsale Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle)



Photo 14: Ouverture de la cavité abdominale et fente sternale (Etapes de l'abattage – Abattoir d'El-Harrach) (Photo personnelle)

II. ANALYSE BACTERIOLOGIQUE DES CARCASSES BOVINES

A. Matériel et milieux de culture

Matériel

- Tubes à essai à vis stériles
- Pipette automatique (1000 µl)
- Cônes stériles
- Porte cônes
- Pipettes graduées (10 ml).
- Conteneur pour pipettes
- Bec Bunsen
- Hotte à flux laminaire
- Stérilisateur
- Bain-marie à 74°C
- Etuves à 30°C, 37°C et 44°C.
- Sacs stomacher stériles
- Stomacher péristaltique
- Boîte de pétri
- Agitateur Vortex
- Disques cosmétiques démaquillants

Milieux de culture

- PCA : *Plat Count Agar*
- VRBL : *Violet Red Bile Lactose Agar*
- VRBG : *Violet Red Bile Glucose Agar*
- TSE : Tryptone sel
- Eau physiologique

B. Mode d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons a été réalisé sur la surface de 30 carcasses bovines en début de chaîne d'abattage avant estampillage. Les carcasses prélevées sont celles abattues pendant notre présence. Afin de tenir compte de l'hétérogénéité de la contamination des carcasses, les échantillons ont été prélevés au niveau de trois régions anatomiques différentes : la zone postéro externe de la cuisse, le flanc et le gros bout de la poitrine (thorax). La surface écouvillonnée sur chacune des régions choisie est de 100 cm² (Le Touze *et al.*, 1985, Lasta *et al.*, 1988; Cartier, 1993)

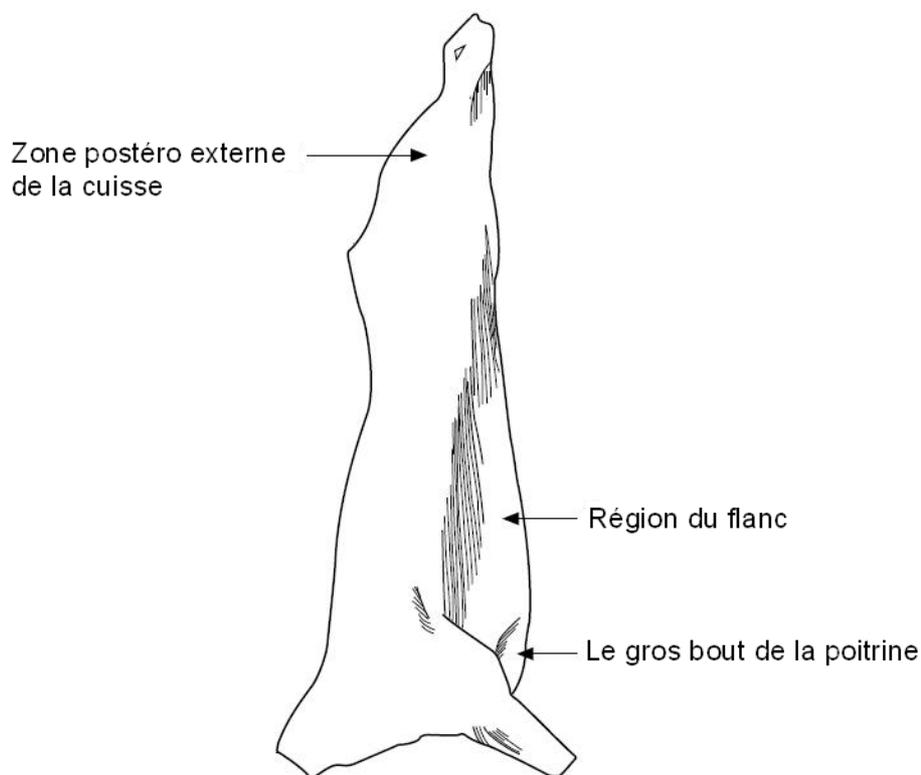


Figure 7: Les Sites de prélèvement sur les carcasses bovines pour l'analyse bactériologique

Technique de prélèvement

Les échantillons ont été prélevés par la technique de l'écouvillonnage humide selon les dispositions de la norme **ISO 17604 : 2003 (F)**. Cette technique a été choisie pour sa simplicité, sa rapidité d'exécution et surtout parce qu'elle ne déprécie pas l'aspect/valeur marchande de la carcasse (technique non destructive). Le principe de cette technique est le suivant :

Les écouvillons, disques en coton (Demake Up), sont emballés individuellement dans une feuille d'aluminium avec un témoin de stérilisation (bande colorimétrique) puis stérilisés à 130°C pendant 15 mn. A l'aide de gants stériles, on saisit un écouvillon préalablement imbibé d'une solution d'eau peptonée stérile (TSE). On frotte vigoureusement la surface choisie en effectuant des mouvements verticaux, horizontaux et diagonaux en veillant à ce que toute la surface délimitée soit frottée et que toute la surface de l'écouvillon soit imprégnée. On répète l'opération avec l'autre face de l'écouvillon. Chaque écouvillon est recueilli, individuellement, dans un sachet stomacher stérile puis conservé dans un caisson isotherme. Les échantillons récoltés sont acheminés au laboratoire d'analyse maximum dans les 2 heures qui suivent le prélèvement. Les prélèvements peuvent être conservés pendant 24 h maximum à 4°C. Un échantillon correspond à un écouvillon provenant d'une des trois régions prélevées d'une carcasse.

C. Isolement et dénombrement des bactéries

Les six flores bactériennes, la flore mésophile aérobie totale, les psychrotrophes, les entérobactéries, les coliformes totaux et fécaux et les *Escherichia coli* ont été isolées et dénombrées sur des échantillons dilués selon la norme **ISO 6887-1 : 1999 (F)** :

A chaque double écouvillon recueilli dans un sac stomacher, on rajoute 9 ml d'eau physiologique péptonée stérile pour revivifier les bactéries prélevées. Le contenu est homogénéisé en plaçant le sac stomacher dans un appareil stomacher pendant 60 secondes. La suspension obtenue constitue la solution mère du prélèvement diluée au 1/10. A partir de cette solution mère, des dilutions décimales successives jusqu'à 1/10⁵ sont effectuées dans de l'eau physiologique stérile

1. La flore aérobie mésophile totale

Cette flore est isolée puis dénombrée sur le milieu de culture gélosé PCA (*Plat Count Agar*) après un ensemencement en profondeur, selon les disposition de la norme française **NF V 08-51**:

On dépose stérilement 1 ml des dilutions à 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} dans des boîtes de Pétri. On rajoute environ 15 ml de gélose PCA préalablement fondue et refroidie dans un bain marie à 45°C . On homogénéise le contenu avec des mouvements circulaires et de va et vient en formes de « 8 ». Une fois la gélose refroidie, on recouvre la gélose avec environ 4 ml de la même gélose fondue. Après refroidissement, les boîtes de Pétri sont incubées couvercle vers le bas, dans une étuve à 30°C pendant 72 h.

Les colonies ont été dénombrées visuellement sur les boîtes. On utilise l'équation suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{1.1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'ufc par ml de produit initial

Σc : est la somme des colonies comptées sur les deux boites retenues

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

2. Les psychrotrophes :

Cette flore est isolée puis dénombrée sur le milieu de culture gélosé PCA (*Plat Count Agar*) après un ensemencement en surface selon les disposition de la norme française **NF V 08-033** :

A l'aide d'une pipette stérile ou une pipette automatique et un cône, transférer 0.1 ml des dilutions appropriées au centre de chaque boîte de Petri marquées contenant le milieu de comptage des boites (PCA).

A l'aide d'un étaler, étaler l'inoculum avec soin, de façon uniforme et aussi rapidement que possible à la surface de la boîte de Petri. Sans toucher les bords de la boîte jusqu'à ce qu'il ne reste plus de liquide visible sur la gélose. Retourner les boites préparées et les incuber à 7°C pendant 7 à 10 jours.

Au terme de la période d'incubation procéder au comptage des colonie dans les boites de Petri. Calculer le nombre N d'unités formant colonies (ufc) de micro-organismes psychrotrophes par ml d'échantillon à l'aide de la formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma c}{V \times 1.1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'ufc par ml de produit initial

Σc : est la somme des colonies comptées sur les deux boites retenues

V : Volume en ml de l'inoculum appliquée à chaque boites.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

3. Les entérobactéries

Cette flore est isolée puis dénombrée sur le milieu de culture gélosé VRBG après un ensemencement en profondeur selon les dispositions de la norme française NF V 08 - 055:

Les prélèvements sont dilués jusqu'à 10^{-3} dans de l'eau physiologique puis ensemencés en double couche sur milieu gélosé VRBG. Les bactéries sont dénombrées, après une incubation à 37° C pendant 24 h selon la méthode décrite ci-dessus.

Les colonies caractéristiques d'*Enterobacteriaceae* ont un diamètre de 0.5 mm ou plus et sont de couleur violet avec ou sans halo.

4. Les coliformes totaux et thermotolérants (fécaux)

Cette flore est isolée puis dénombrée sur milieu de culture gélosé VRBL après un ensemencement en profondeur selon les disposition des normes française **NF V 08-050** et **NF V 08-060** respectivement :

Les prélèvements sont dilués jusqu'à 10^{-3} dans de l'eau physiologique puis ensemencés en double couche sur gélose VRBL. Les bactéries sont dénombrées, après une incubation à 37°C pendant 24 h pour les coliformes totaux et à 44 °C pendant 24 h pour les coliformes fécaux selon la méthode décrite ci-dessus.

5. Les *Escherichia coli*

Le nombre d'*Escherichia coli* est déduit du nombre de coliformes fécaux, selon les dispositions de la norme française **NF V 08-060** :

A partir des boites retenues pour le dénombrement des coliformes fécaux on repique 5 colonies caractéristiques (colonies violet de diamètre avec ou sans halot) en vue de faire une identification biochimique basée essentiellement sur la réduction de l'indole. Après identification, on calcule pour chacune des boites le nombre « a » d'*Escherichia coli* identifié selon l'équation suivante :

$$a = \frac{b \times C}{A}$$

Ou :

b : nombre de colonies caractéristique répondant au test d'identification.

C : nombre total de colonie caractéristiques sur la boite

A : nombre de colonies caractéristiques repiquées.

a : nombre de *Escherichia coli* identifié.

On calcule ensuite le chiffre N d'*Escherichia coli* identifiés présent dans l'échantillon avec l'équation suivante.

$$N = \frac{\Sigma a}{1.1 \times d}$$

Où :

N : nombre d'ufc par ml de produit initial

Σa : est la somme des *Escherichia coli* comptées sur les deux boîtes retenues

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

III. ANALYSE FONGIQUE DES CARCASSES BOVINES ET DU MILIEU ENVIRONNANT

A. Matériel et milieux de culture

Matériel

Ecouvillons stériles type Coton tige

Bec Bunsen

Stérilisateur autoclave

Balance électrique

Agitateur vortex

Agitateur magnétique

Boîtes de Pétri

Lame en verre

Lamelle en verre

Flacons en verre.

Anse de Platine

Pipettes Pasteur

Pinces

Etuves à 27°C et 37°C.

Microscope optique

Récipient métallique pour préparation du milieu de culture

Milieux de culture

Milieu Sabouraud

Gélose Sabouraud au chloramphénicol,

Gélose Sabouraud à l'actidione

Sérum humain ou animal.

Urée-Tryptophane (Urée-Indole) :

Milieu R.A.T

Lacto-phénol

B. Mode d'échantillonnage

1. Les carcasses bovines

Les échantillons ont été prélevés sur des carcasses bovines abattues en notre présence pendant le mois de juillet 2006. Les zones prélevées sur chaque carcasse sont : la tête, l'encolure, les épaules, le dos, la cuisse et la queue.

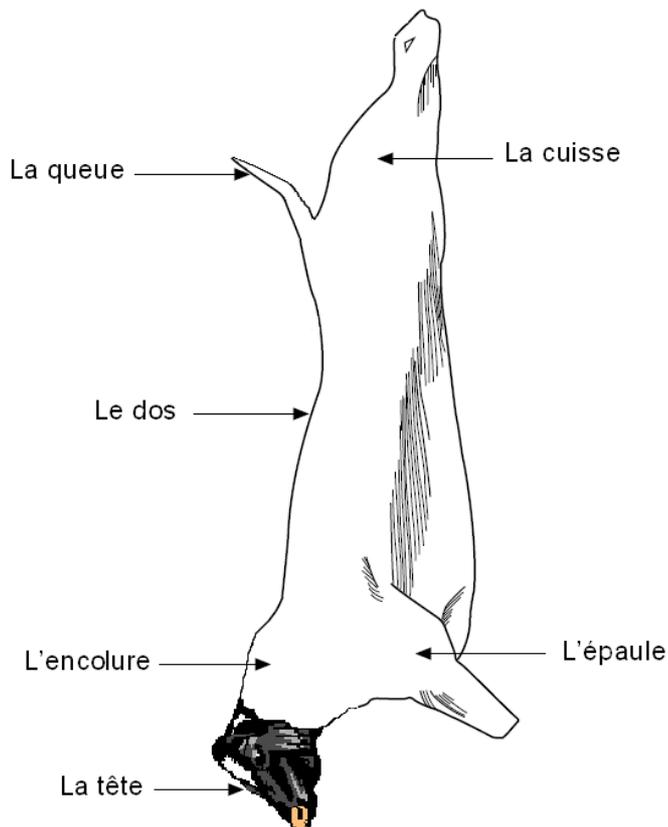


Figure 8 : Les Sites de prélèvement sur les carcasses bovines pour l'analyse fongique.

Nous avons utilisé la technique d'écouvillonnage sec Cette technique a été choisie pour sa simplicité, sa rapidité d'exécution et la longue conservation des échantillons. Le principe de cette technique est le suivant : à l'aide d'un écouvillon (coton tige) stérile, on frotte toute la surface à prélever en effectuant des mouvements verticaux et horizontaux en veillant à ce que toutes les faces de l'écouvillon soient imprégnée. Chaque écouvillon est conservé dans son tube.

Les échantillons récoltés sont acheminés au laboratoire d'analyse dans les 2 heures qui suivent le prélèvement et sont conservés à 4°C jusqu'au moment de leur analyse.

2. Le milieu environnant

Les échantillons ont été réalisés par la technique d'écouvillonnage sec à partir :

- des surfaces : sols et murs
- du matériel : les couteaux, les haches, les fusils et les crochets
- des abatteurs: la paume de la main droite et gauche

C. Isolement et identification des levures et des moisissures

Les échantillons sontensemencés sur gélose Sabouraud dans des boites de pétri. Après une incubation de 24 à 72 heures dans une étuve à 27°C, les moisissures apparaissent filamenteuses et les colonies de levures sont bactériiformes. Les espèces de moisissures sont identifiées après un examen direct (lecture au microscope optique) tandis que les levures sont identifiées après ensemencement dans une galerie biochimique (**Figure 9**)

1. Isolement des moisissures

Les moisissures ont été identifiées à l'œil nu puis au microscope optique (grossissement x10 x 40) sur lame dans une goutte de bleu de lactophénol.

2. Isolement des levures

Les colonies de levures sont repiquées sur milieu Sabouraud puis incubées à 27°C pendant 24 à 48 heures. Pour l'identification des espèces, chaque colonie est ensemencée dans une galerie biochimique constituée de 5 milieux de culture: Sabouraud, Sabouraud supplémenté en actidione, urée indol, sérum de bovin et le *rice cream*

2.1. Test de croissance sur milieu Sabouraud à 37°C

Certaines levures potentiellement pathogènes peuvent se développer à une température de 37°C. Pour mettre en évidence ces levures, on ensemence stérilement une colonie de levure sur gélose sabouraud puis on incube les boites de pétri à 27°C pendant 24 h à 48 h . Chaque colonie est réensemencée sur gélose Sabouraud puis incubée à 37°C pendant 24 à 48 heures.

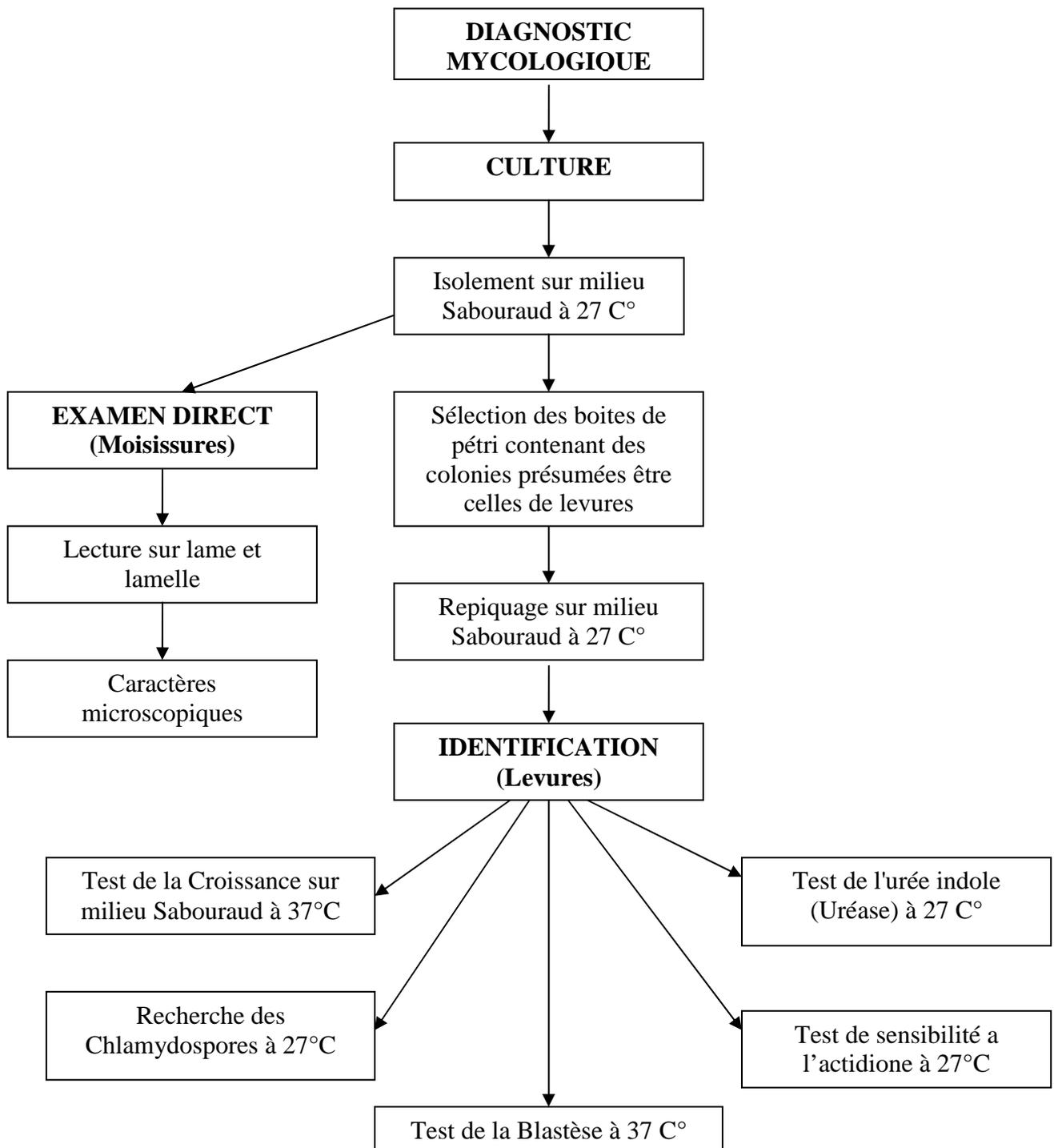


Figure 9 : Méthodologie de l'examen mycologique des échantillons

2.2. Test de sensibilité à l'actidione

L'actidione ou la cycloheximide est un antibiotique actif sur les champignons commensaux ou saprophytes. Certaines levures sont résistantes à l'actidione. Pour mettre en évidence ces levures, on ensemence stérilement une colonie de levure sur gélose sabouraud additionnée d'actidione puis on incube les boîtes de pétri à 27°C pendant 24 h à 48 h

2.3. Test de Blastèse

Ce test permet de mettre en évidence certaines espèces de *Candida* comme l'espèce *Candida albicans* qui forme des tubes germinatifs spécifiques à cette espèce et cela après incubation dans du sérum frais de provenance diverses : homme ou animaux (bœuf, cheval, chien, lapin ou chat). On ensemence stérilement une colonie dans 1ml de sérum. Après une incubation de 3 à 4 heures à 37°C, on dépose une goutte du sérum sur une lame et on observe au microscope (grossissement x 10 x 40)

2.4. Test du *rice cream*

C'est un milieu de culture à base de riz, d'où l'appellation *rice cream*. Il favorise la pseudofilamentation et la filamentation des levures notamment pour le genre *Candida*, une pseudofilamentation et des chlamydozoospores terminales pour l'espèce *Candida albicans* et une vraie filamentation avec des arthrospores pour le genre *Trichosporon*

On met en suspension stérilement une colonie de levure dans 10 ml d'eau physiologique. Par simple agitation, on étale toute la suspension sur la gélose *rice cream* dans une boîte de pétri. Après avoir vidé la boîte du surplus de la suspension, on dépose une lame sur la gélose sur le bord de la boîte de pétri. Après une incubation à 27°C pendant 24 heures à 48 heures, on observe la gélose au microscope (grossissement x 10 x 40).

2.5. Test de l'urée indole

Ce test permet de confirmer le diagnostic du genre *Cryptococcus* sur le milieu urée indole. Ces levures produisent une enzyme, une uréase, capable de réduire l'urée. Cette réaction se traduit par le virage de la couleur de l'urée indole de l'orange au rose ou au violet. L'espèce *Cryptococcus neoformans* fait virer le milieu en moins de 4 heures. Les autres espèces de *Cryptococcus* et *Rhodotorula* nécessitent en moyenne 24 heures d'incubation

On prélève stérilement une colonie de levure ayant poussé sur gélose Sabouraud à 37°C puis on ensemence dans 1 ml d'urée indole. On homogénéise la suspension sur un agitateur puis on incube sur gélose Sabouraud à 37°C pendant 24 heures à 72 heures

RESULTATS

I. Analyse bactériologique

Pour déterminer la qualité bactériologique de 30 carcasses bovines, nous avons procédé de la façon suivante :

1. Evaluation de la contamination globale des 30 carcasses bovines
2. Evaluation de la charge bactérienne de chaque flore sur chaque site prélevé dans le but de tenir compte de l'hétérogénéité de la contamination de la carcasse.
3. Comparaison de la charge bactérienne entre les différents sites de prélèvement (pourquoi)

Les résultats des dénombrements, par carcasse bovine et par site, ont été calculés à partir de la moyenne arithmétique des unités formant colonies (UFC) sur 2 boîtes de pétri à la même dilution. Les dénombrements sont exprimés en logarithme décimal d'UFC sur la surface prélevée (\log_{10} UFC/cm²). L'analyse statistique a été réalisée à partir de ces moyennes logarithmiques par l'application du test « t » Student et l'analyse de variance au seuil de 5% pour la comparaison des moyennes.

A. Evaluation de la contamination globale des carcasses

Les résultats montrent que la flore de contamination globale des 30 carcasses bovines est constituée essentiellement par la flore aérobie mésophile totale ($5,90 \log_{10}$ UFC/cm²) et les psychrotrophes ($5,88 \log_{10}$ UFC/cm²), suivie par les entérobactéries ($3,08 \log_{10}$ UFC/cm²) les coliformes totaux ($3,04 \log_{10}$ UFC/cm²) et les coliformes thermotolérants ($2,89 \log_{10}$ UFC/cm²). Les *E. coli* sont présents à des taux plus faibles ($2,70 \log_{10}$ UFC/cm²) (**Tableau7**).

L'analyse statistique montre une différence non significative entre la moyenne \log_{10} UFC/cm² de la flore aérobie mésophile totale et de la flore psychrotrophe. Par contre la moyenne de ces 2 flores est significativement différente de celle des autres flores. Pour les entérobactéries, les coliformes totaux et fécaux, la différence des moyennes est non significative. Par contre, la moyenne de chacune de ces 3 flores est significativement différente de celles des *E. coli* (**Tableau7**).

En termes de pourcentage, la flore aérobie mésophile totale représente (26%) de la flore dénombrée, la flore psychrotrophe (25%), les entérobactéries et les coliformes totaux (13%), les coliformes thermotolérants (12%) et les *E. coli* (11%) (**Figure 10**)

Tableau 7: Moyenne des analyses bactériologiques effectuées au niveau de 3 sites sur les 30 carcasses bovines

Flores	Sites de prélèvements			
	Poitrine	Flanc	Cuisse	Contamination globale
	Moy±Etype	Moy±Etype	Moy±Etype	Moy±Etype
FAMT	5.85±0.28 ¹ _a	5.92±0.30 ¹ _a	5.93± 0.29 ¹ _a	5,90± 0.29 _a
FAPT	5.82±0.29 ¹ _a	5.91±0.36 ¹ _a	5.91± 0.35 ¹ _a	5,88± 0.34 _a
ENB	3.02 ± 0.49 ¹ _b	3.10 ± 0.59 ¹ _b	3.10 ± 0.54 ¹ _b	3,08± 0.55 _b
CT	3.09 ± 0.36 ¹ _b	3.01± 0.52 ¹ _b	3.04± 0.57 ¹ _b	3,04± 0.5 _b
CF	2.97± 0.47 ¹ _b	2.91± 0.71 ¹ _b	2.80± 0.56 ¹ _{bc}	2,89± 0.6 _b
<i>E. coli</i>	2.60± 0.60 ¹ _c	2.74± 0.62 ¹ _b	2.72± 0.55 ¹ _{dc}	2,70± 0.6 _c

FAMT : flore aérobie mésophile totale. **FAPT** : flore aérobie psychrotrophe totale. **ENT** : entérobactéries. **CF** : coliformes fécaux. **CT** : coliformes totaux. ***E.coli***: *Escherichia coli* .

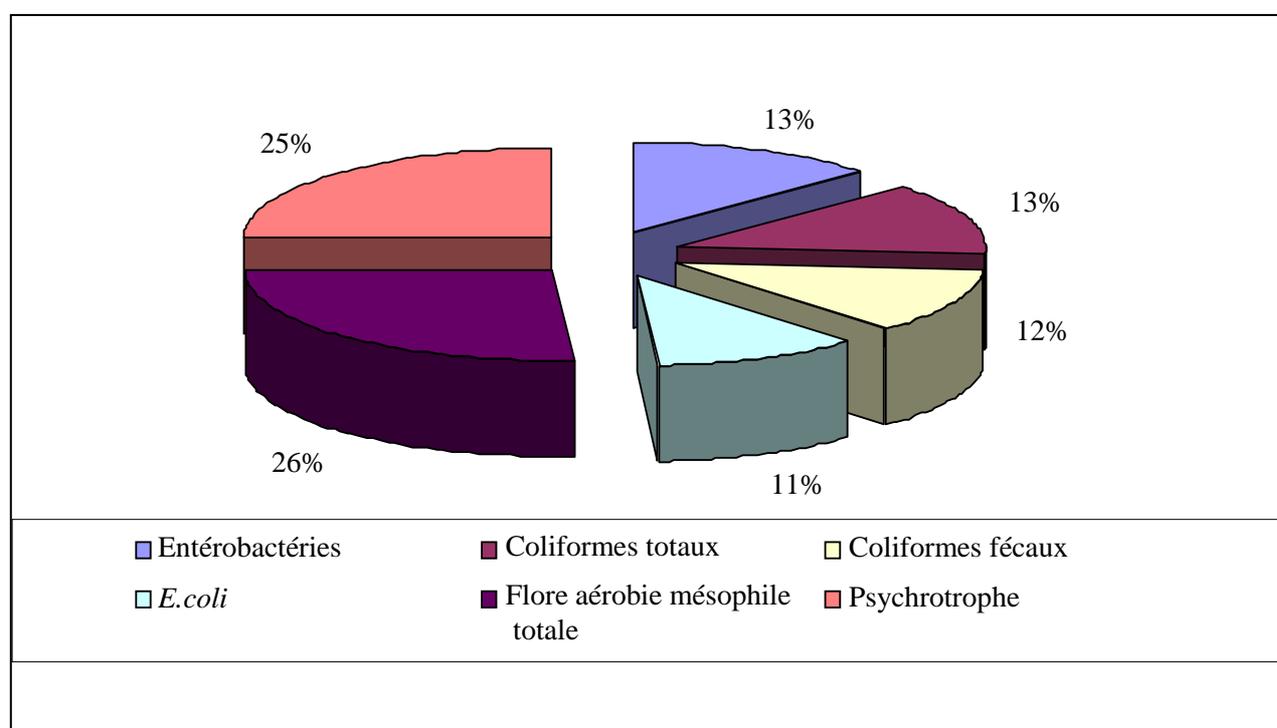


Figure 10 : Pourcentage de la flore bactérienne isolée dans la contamination globale des 30 carcasses bovines

B. Evaluation de la contamination bactérienne par site de prélèvement

1. Poitrine

Les résultats de la contamination de la poitrine sont quasi similaires à ceux de la contamination globale des carcasses bovines. Le taux de contamination de la poitrine par la flore mésophile totale (5,85 Log₁₀ UFC/cm²) et la flore psychrotrophe (5,82 Log₁₀ UFC/cm²) est le plus important. La différence de la moyenne log₁₀ UFC/cm² de ces 2 flores est statistiquement significative par rapport à celles des autres flores. Les entérobactéries (3,02 log₁₀ UFC/cm²), les coliformes totaux (3,09 log₁₀ UFC/cm²) et les coliformes thermotolérants (2,97 log₁₀ UFC/cm²) sont présents à des taux plus élevés que les *Escherichia coli* (2,80 log₁₀ UFC/cm²). Cette différence est statistiquement significative (**Tableau 7**).

-. La flore aérobie mésophile totale.

Pour la flore aérobie mésophile totale, 19/30 échantillons (63.33 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 11 échantillons (36.7%) sont indénombrables, nombre de colonies >300, et donc non interprétables. Le niveau de contamination minimale est de 5.16 log₁₀ UFC/cm² et le niveau de contamination maximale est de 6.18 log₁₀ UFC/cm². Le taux de contamination de la poitrine par cette flore sur les 19 carcasses est de 5.85 log₁₀ UFC/cm² (**Tableau 8**)

-. Les psychrotrophes

Pour la flore psychrotrophe, 15/30 échantillons (50 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation. Le reste des échantillons sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de 5.15 log₁₀ UFC/cm² et le niveau de contamination maximum est de 6.13 log₁₀ UFC/cm². Le taux de contamination de la poitrine par la flore psychrotrophe aérobie totale sur les 15 carcasses est de 5.82 log₁₀ UFC/cm²

-. Les entérobactéries

Concernant les entérobactéries, 20/30 échantillons (66.7%) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 10 échantillons (33.33 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de 2.19 log₁₀ UFC/cm² et le niveau de contamination maximale est de 4.0 log₁₀ UFC/cm². Le taux de contamination de la poitrine par les entérobactéries sur les 20 carcasses est de 3.02 log₁₀ UFC/cm² (**Tableau 8**)

- Les coliformes totaux

Pour les coliformes totaux, 23/30 échantillons (76.66 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 7 échantillons (23.33%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $2.36 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $2.94 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination de la poitrine par les coliformes totaux sur les 23 carcasses est de $3.09 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 8**)

- Les coliformes thermotolérants

Concernant les coliformes thermotolérants, 24/30 échantillons (80 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation, 01 (1%) échantillon ne présente aucune colonie et 6 échantillons (19 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $2.93 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $3.8 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination de la poitrine par les coliformes thermotolérants sur les 24 carcasses est de $2.97 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 8**)

- *Escherichia coli*

23/26 échantillons (77 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation, 1 échantillon ne présente aucune colonie et 6 échantillons (23 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $1.04 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $3.37 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination sur les 26 carcasses est de $2.6 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination de la cuisse par les *Escherichia coli* sur les 23 carcasses au niveau de la poitrine est de $2.6 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 8**)

2. Le Flanc

Comme au niveau de la poitrine, la flore de contamination du flanc est constituée essentiellement par la flore mésophile totale ($5,92 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$) et la flore psychrotrophe ($5,91 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$). Cependant, on note le même taux de contamination du flanc par les entérobactéries ($3,10 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$), les coliformes totaux ($3,01 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$), les coliformes fécaux ($2,91 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$) et les *Escherichia coli* ($2,74 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$) (**Tableau 7**)

Tableau 8: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur la poitrine des 30 carcasses bovines (\log_{10} ufc/cm²)

Carcasse n°	FAMT	FAPT	ENB	CT	CF	<i>E.coli</i>
1	5,91	5,88	3,35	3,35	3,34	
2	6,01	6,1	3,31	3,18	3,29	
3	6,1	6,13	>ind	ind	ind	
4	5,64	5,65	2,19	3,27	3,21	
5	ind	ind	ind	ind	ind	ind
6	ind	ind	2,26	2,43	2,13	1,9
7	ind	ind	3,1	2,88	2,83	ind
8	5,46	ind	2,61	2,7	2,47	2,06
9	5,68	5,71	2,34	2,73	2,76	2,67
10	5,68	5,71	3,62	3,58	3,42	3,17
11	5,64	5,51	ind	3,5	3,5	3,26
12	>ind	indi	ind	ind	ind	ind
13	6,07	6	3,02	2,94	2,95	1,04
14	6,07	6,04	3,39	3,07	3,37	3,37
15	5,16	5,15	ind	ind	ind	ind
16	ind	6,06	3,29	3,35	2,64	négatif
17	ind	ind	3,01	3,43	3,18	2,4
18	6,06	ind	ind	3,46	3,27	3,15
19	6,08	6,09	2,82	2,36	2,19	2,09
20	5,69	5,48	2,31	2,72	1,91	1,91
21	ind	ind	3,26	3,25	3,13	2,44
22	ind	ind	3,51	3,18	2,83	2,81
23	ind	ind	ind	ind	3,8	3,2
24	ind	ind	ind	ind	ind	ind
25	ind	ind	ind	ind	ind	ind
26	6,17	ind	3,29	3,36	3,08	2,63
27	6,18	ind	3	3,04	2,93	2,88
28	6,03	6,1	ind	3,46	3,45	3,05
29	5,64	5,68	2,8	2,59	2,6	2,39
30	5,86	ind	4,02	3,3	3,13	2,89
Moy \log_{10} ufc /cm²	5,85	5,82	3,03	3,09	2,98	2,6
Ecartype	±0.28	0.29	± 0.49	± 0.36	± 0.47	± 0.6

FAMT : flore aérobie mésophile totale. **FAPT** : flore aérobie psychrotrophe totale. **ENT** : entérobactéries. **CF** : coliformes fécaux. **CT** : coliformes totaux. ***E.coli***: *Escherichia coli*. **ind** : indénombrable

- La flore aérobique mésophile totale

Pour la flore aérobique mésophile totale, 20/30 échantillons (66.66 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 10 échantillons (33.33%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $5.16 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $6.31 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par la flore aérobique mésophile totale sur les 20 carcasses est de $5.92 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 9**)

- Les psychrotrophes

Pour la flore psychrotrophe, 13/30 échantillons (40 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation. Le reste des échantillons sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $5.13 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $6.21 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par la flore aérobique psychrotrophe totale sur les 13 carcasses est de $5.91 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 7**)

- Les entérobactéries

Concernant les entérobactéries, 24/30 échantillons (80%) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 6 échantillons (20 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $1.73 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximum est de $3.90 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par les entérobactéries sur les 24 carcasses est de $3.10 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 9**)

- Les coliformes totaux

Pour les coliformes totaux, 25/30 échantillons (83.33 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 5 échantillons (16.66%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $1.85 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximum est de $3.68 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par les coliformes totaux sur les 23 carcasses est de $3.01 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 9**)

- Les coliformes thermotolérants

Concernant les coliformes thermotolérants, 25/30 échantillons (83.33 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 5 échantillons (16.66 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $0.95 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination

Tableau 9: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur le flanc des 30 carcasses bovines (\log_{10} ufc/cm²)

Carcasse n°	FMT	FPT	ENB	CT	CF	<i>E.coli</i>
1	6	6,01	2,42	2,12	0,95	
2	5,86	ind	3,34	3,28	3,14	
3	6,2	6,21	ind	ind	ind	
4	5,19	5,13	2,09	1,85	2,01	
5	6,13	6,13	3,5	ind	3,33	3,19
6	ind	ind	1,73	2,44	2,13	2,03
7	ind	ind	2,46	2,47	1,68	1,41
8	6,31	ind	3,08	2,98	3,03	2,08
9	6,06	6,09	2,26	1,9	1,95	1,85
10	6	ind	3,78	3,59	3,48	3,48
11	5,58	5,46	ind	3,45	3,19	3,06
12	ind	6,04	ind	ind	ind	ind
13	6,1	ind	2,83	2,86	2,84	2,1
14	ind	6,21	2,5	2,94	2,75	2,54
15	5,16	5,32	ind	ind	ind	ind
16	ind	ind	2,68	2,4	2,19	1,95
17	5,86	ind	3,23	3,27	3,18	2,43
18	5,64	ind	3,42	3,06	3,37	3,13
19	ind	ind	3,55	3,13	2,73	négatif
20	5,94	5,72	3,39	3,24	ind	ind
21	6,02	ind	3,24	3,21	3,27	3,26
22	ind	ind	ind	3,68	3,78	3,78
23	ind	ind	3,62	3,64	3,56	3,14
24	ind	ind	3,83	3,46	3,46	3,24
25	ind	ind	ind	ind	ind	ind
26	6,13	6,16	3,34	3,3	3,1	2,78
27	6,12	6,17	3,47	3,36	3,28	3,26
28	6,07	6,15	3,78	3,52	3,46	3,05
29	5,9	ind	3,03	2,8	2,66	2,61
30	6,14	ind	3,9	3,42	3,4	3,29
Moy \log_{10} ufc /cm²	5,92	5,91	3,1	3,01	2,88	2,75
Ecartype	±0.3	±0.36	± 0.59	± 0.52	± 0.71	± 0.62

FAMT : flore aérobie mésophile totale. **FAPT** : flore aérobie psychrotrophe totale. **ENT** : entérobactéries. **CF** : coliformes fécaux. **CT** : coliformes totaux. ***E.coli***: *Escherichia coli*. **ind** : indénombrable (> 300 colonies au comptage)

maximum est de $4.01 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par les coliformes fécaux sur les 25 carcasses est de $2.91 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 9**)

- Les *Escherichia coli*

Pour les *Escherichia coli*, 21/26 échantillons (81 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation, un échantillon (4%) ne présente aucune colonie et 4 échantillons (15 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $1.41 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $3.78 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination du flanc par les *Escherichia coli* sur les 21 carcasses est de $2.75 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 9**)

3. La cuisse

Tout comme la poitrine et le flanc, la flore de contamination de la cuisse est constituée essentiellement par la flore mésophile totale ($5,93 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$) et la flore psychrotrophe ($5,91 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$). Le taux de contamination de la cuisse est identique entre les entérobactéries ($3,10 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$), les coliformes totaux ($3,04 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$) et les coliformes thermotolérants ($2,80 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$). Par contre, le taux de contamination par les entérobactéries et les coliformes totaux est plus important par rapport à celui des *Escherichia coli* ($2,72 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/cm}^2$). Cette différence est statistiquement significative. Par ailleurs, la différence entre la moyenne des coliformes fécaux et des *Escherichia coli* est statistiquement non significative (**Tableau 7**).

- La flore aérobique mésophile totale

Pour la flore aérobique mésophile totale, 19/30 échantillons (63.33 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 11 échantillons (36.7%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimale est de $5.14 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximale est de $6.19 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination de la cuisse par la flore aérobique mésophile totale sur les 19 carcasses est de $5.93 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ (**Tableau 10**)

- Les psychrotrophes

Pour la flore psychrotrophe, 13/30 échantillons (43.33 %) sur les 30 ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation. Le reste des échantillons (56.66%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $5.08 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ et le niveau de contamination maximum est de $6.18 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$. Le taux de contamination de

la cuisson par la flore aérobie psychrotrophe totale sur les 13 carcasses est de $5.91 \log_{10}$ UFC/cm² (**Tableau 10**)

- Les entérobactéries

Concernant les entérobactéries, 20/30 échantillons (66.66%) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 10 échantillons (33.33 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $2.05 \log_{10}$ UFC/cm² et le niveau de contamination maximum est de $4.06 \log_{10}$ UFC/cm². Le taux de contamination de la cuisson par les entérobactéries sur les 20 carcasses est de $3.10 \log_{10}$ UFC/cm² (**Tableau 10**)

- Les coliformes totaux

Pour les coliformes totaux, 23/30 échantillons (96.66 %) des échantillons ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation. 7 échantillons (23.33%) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $1.86 \log_{10}$ UFC/cm² et le niveau de contamination maximum est de $3.93 \log_{10}$ UFC/cm². Le taux de contamination de la cuisson par les coliformes totaux sur les 23 carcasses est de $3.05 \log_{10}$ UFC/cm² (**Tableau 10**)

- Les coliformes thermotolérants

Concernant les coliformes thermotolérants, 24/30 échantillons (93.33 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation et 6 échantillons (6.66 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $1.85 \log_{10}$ UFC/cm² et le niveau de contamination maximum est de $3.76 \log_{10}$ UFC/cm². Le taux de contamination de la cuisson par les coliformes thermotolérants sur les 24 carcasses est d'une moyenne de $2.80 \log_{10}$ UFC/cm² (**Tableau 10**)

- Les *Escherichia coli*

19/26 échantillons (73 %) ont présenté des résultats pouvant faire l'objet d'une interprétation, 1 échantillon (4%) ne présente aucune colonie et 6 échantillons (23 %) sont indénombrables. Le niveau de contamination minimum est de $1.76 \log_{10}$ UFC/cm² et le niveau de contamination maximum est de $3.75 \log_{10}$ UFC/cm². Le taux de contamination sur les 26 carcasses est de $2.6 \log_{10}$ UFC/cm². La moyenne de la charge bactérienne des *Escherichia coli* au niveau de la poitrine est de $2.72 \log_{10}$ UFC/cm² (**Tableau 10**)

Tableau 10: Dénombrement des 6 flores bactériennes sur le flanc des 30 carcasses bovines (\log_{10} ufc/cm²)

Carcasse n°	FMT	FPT	<u>ENB</u>	CT	CF	<i>E.coli</i>
1	5,94	5,96	2,25	2,06	1,85	
2	5,83	5,96	3,51	3,17	2,87	
3	5,87	5,93	3,44	3,51	3,43	
4	5,14	5,08	2,99	2,47	2,45	
5	ind	ind	2,05	2,22	1,98	1,96
6	ind	ind	2,38	2,42	2,41	2,39
7	ind	ind	3	1,86	1,9	1,88
8	5,8	ind	2,46	2,83	2,38	1,76
9	6,18	ind	3,8	3,93	3,46	3,46
10	6,18	ind	4,06	3,88	3,76	3,75
11	6,19	6,13	ind	3,05	3,09	2,68
12	ind	ind	ind	3,84	3,37	3,25
13	6,07	6,09	3,32	3,19	3,14	2,89
14	6,01	5,99	2,56	2,78	2,48	2,48
15	5,16	5,15	3,46	3,26	3,42	3,18
16	ind	ind	3,07	ind	2,19	2,18
17	ind	ind	3,45	3,34	3,2	2,98
18	ind	ind	ind	3,71	3,39	3,36
19	ind	ind	2,83	2,45	ind	ind
20	6,19	ind	3,32	3,12	1,99	négatif
21	5,98	ind	2,55	2,55	2,3	2,18
22	5,94	6,09	2,46	2,45	2,44	2,44
23	6	ind	2,55	2,35	2,32	1,98
24	ind	ind	2,99	2,98	2,66	2,55
25	ind	ind	ind	3,76	ind	ind
26	6,16	6,18	3,44	3,42	3,04	2,79
27	6,1	6,12	3,54	3,43	3,23	3,23
28	6,06	6,12	3,81	3,58	3,49	3,29
29	5,87	6,05	3,38	3,33	3,04	2,79
30	ind	ind	3,82	3,46	3,25	3,14
Moy \log_{10} ufc /cm²	5.93	5.91	3.1	3.04	3.8	2.72
Ecartype	± 0.29	± 0.35	± 0.54^b	± 0.57	± 0.56	± 0.55

FAMT : flore aérobie mésophile totale. **FAPT** : flore aérobie psychrotrophe totale. **ENT** : entérobactéries. **CF** : coliformes fécaux. **CT** : coliformes totaux. ***E.coli***: *Escherichia coli*. **ind** : indénombrable (> 300 colonies au comptage)

C. Récapitulatif (Figure 11)

1. La flore aérobie mésophile totale et la flore aérobie psychrotrophe totale sont les 2 flores prédominantes que ce soit au niveau de l'évaluation de la contamination globale des carcasses ou au niveau de la poitrine, du flanc et de la cuisse (**Tableau 7**)
2. On a obtenu un taux de contamination similaire par les entérobactéries, les coliformes totaux et fécaux que ce soit au niveau de la contamination globale des carcasses ou au niveau de la poitrine, du flanc et de la cuisse (**Tableau 7**). Par contre, on a observé des variations entre la charge des coliformes fécaux et celle des *E. coli*. En effet, la moyenne \log_{10} UFC/cm² des ces 2 flores est identique au niveau du flanc et de la cuisse. Cependant, la charge bactérienne des coliformes fécaux au niveau de la cuisse et dans la contamination globale des carcasses est plus élevée à celle des *E. coli* (**Tableau 7**)
3. ,Pour chaque flore, il n'y a aucune différence dans la charge bactérienne entre les 3 sites prélevés (**Tableau 7**).

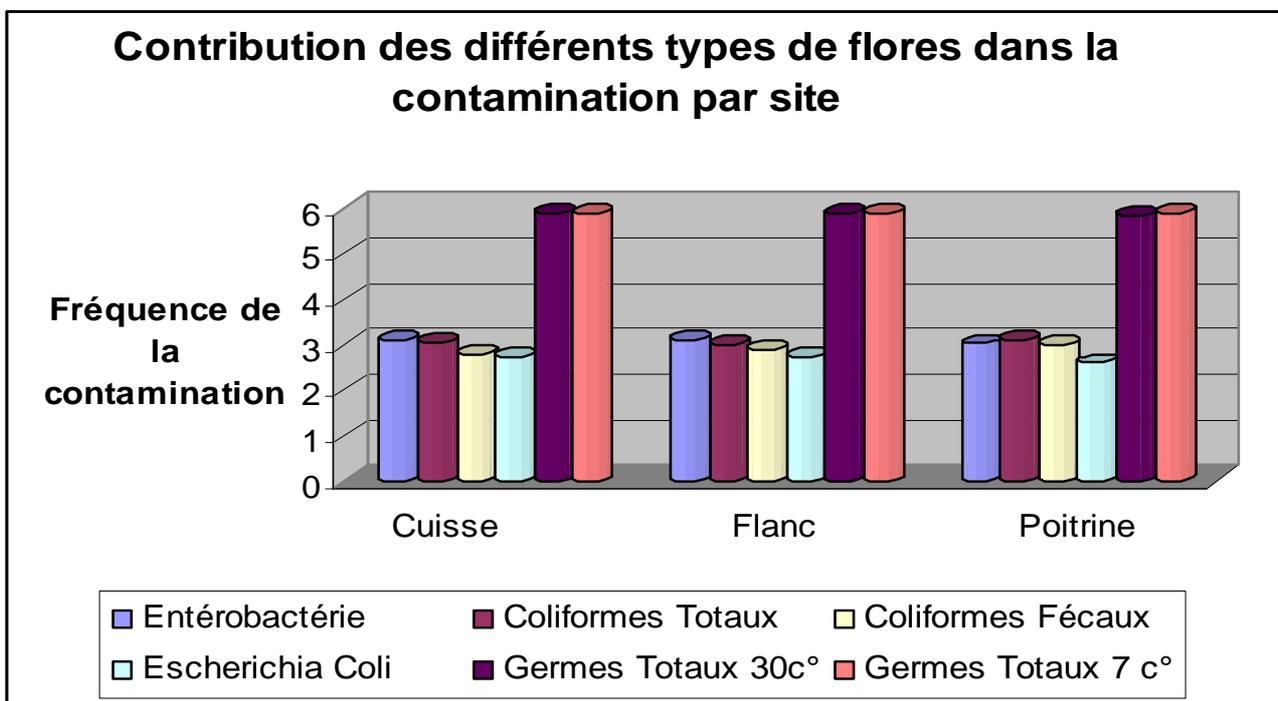


Figure 11: Récapitulatif

II. Analyse fongique

L'analyse fongique a porté sur un total de 288 prélèvements (**Tableau 11**). Ces prélèvements ont été effectués à partir de :

- carcasses bovines: 120 prélèvements sur 20 carcasses au niveau de la tête, encolure, épaule, dos, cuisse et queue.
- personnel d'abattage : 32 prélèvements sur les mains de 16 abatteurs au niveau de la paume droite et gauche
- matériel d'abattage: 76 prélèvements sur des outils d'abattage: 30 couteaux, 11 fusils, 11 haches et 24 crochets
- bâtiment : 44 prélèvements sur différents endroits du bâtiment : 15 au niveau des murs, 26 au niveau du sol et 3 à partir de l'air de l'abattoir.

Sur les 288 prélèvementsensemencés, 187 cultures (64,93 %) ont présenté un développement fongique (levures et/ou moisissures) avec une prédominance des levures

A. Isolement et identification des levures

141 cultures sur les 187 ont été sélectionnées pour l'identification des levures: les cultures sélectionnées sont celles contenant des colonies de levures bien séparées les une des autres. Les cultures envahies par des moisissures ou excessivement contaminées par des bactéries ont été éliminées. Au total, 233 colonies ont été sélectionnées pour l'identification des levures.

Sur les 233 colonies, 37 colonies ont présenté des caractères biochimiques qui ne permettent pas de les identifier à l'aide de la table dont nous disposons (annexe 1). On les a qualifié de non identifiables (NI). Quatorze espèces de levures ont été identifiées sur 196 colonies: *Candida spp 1* (18,30 %), *Geotrichum candidum* (14,47 %), *Trichosporon fermentans* (9,79 %), *Torulopsis spp* (8,51 %), *Candida spp 2* (6, 81%), *Trichosporon capitatum* (5,11%), *Rhodotorula rubra* (4.26 %), *Trichosporon cutaneum* (3,40 %), *Saccharomyces cerevisiae* (2,98 %), *Cryptococcus spp* (2,98%), *Rhodotorula glutinis* (2,55%), *Candida albicans* (1,70%), *Cryptococcus neoformans* (1.70%) et *Candida tropicalis* (0.43%)

Site du prélèvement	Nombre de prélèvements
Carcasse bovine	19 carcasses
Tête	20
Encolure	20
Epaule	20
Dos	20
Cuisse	20
Queue	20
Personnel	16 personnes
Mains	32
Matériel d'abattage	
Couteaux	30
Fusils	11
Haches	11
Crochets	24
Bâtiment	
Murs	15
Sol	26
Air	8
Total	288

Tableau 11: Nombre de prélèvements par site

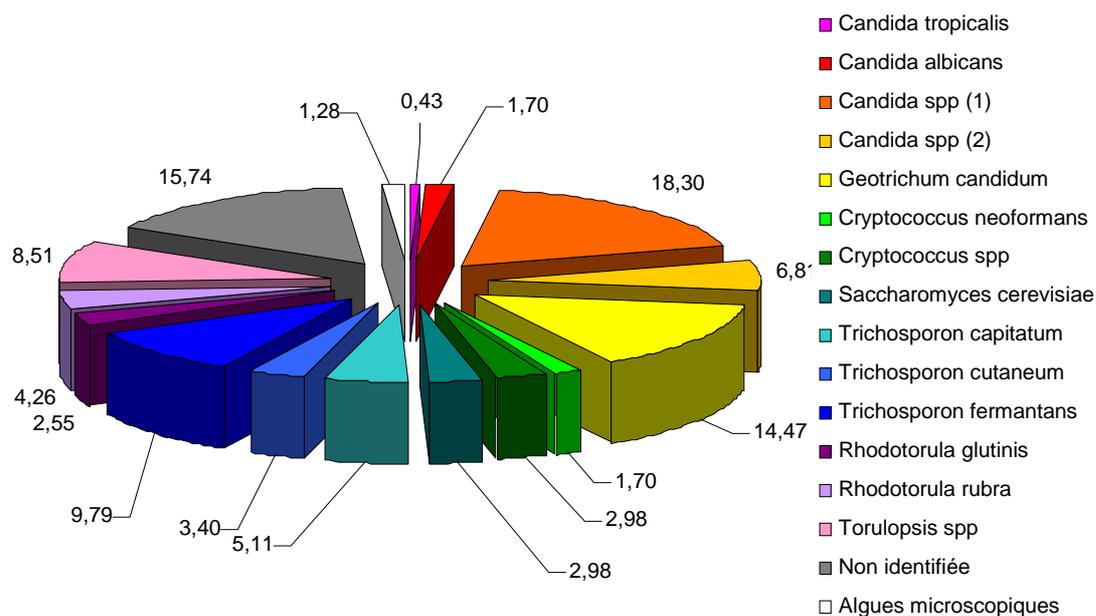


Figure 12: Proportions des levures identifiées

- Distribution des levures sur les sites prélevés

1 . Les carcasses bovines

: Sur les 20 carcasses, 17 sont contaminées par des levures. Sur 60 colonies isolées, 14 espèces ont été identifiées sur 46 colonies. Par contre, aucune carcasse n'a développé ni *Saccharomyces cerevisiae* ni *Trichosporon spp* (**Tableau 13**). Sur chaque partie de la carcasse, on observe au minimum 3 espèces de levures différentes (Figure13). Sur la totalité des carcasses, les différents sites ont montré des proportions de contamination différentes. Par ordre décroissant, la tête, la cuisse, l'épaule et la queue, le dos et l'encolure (**Figure13**).

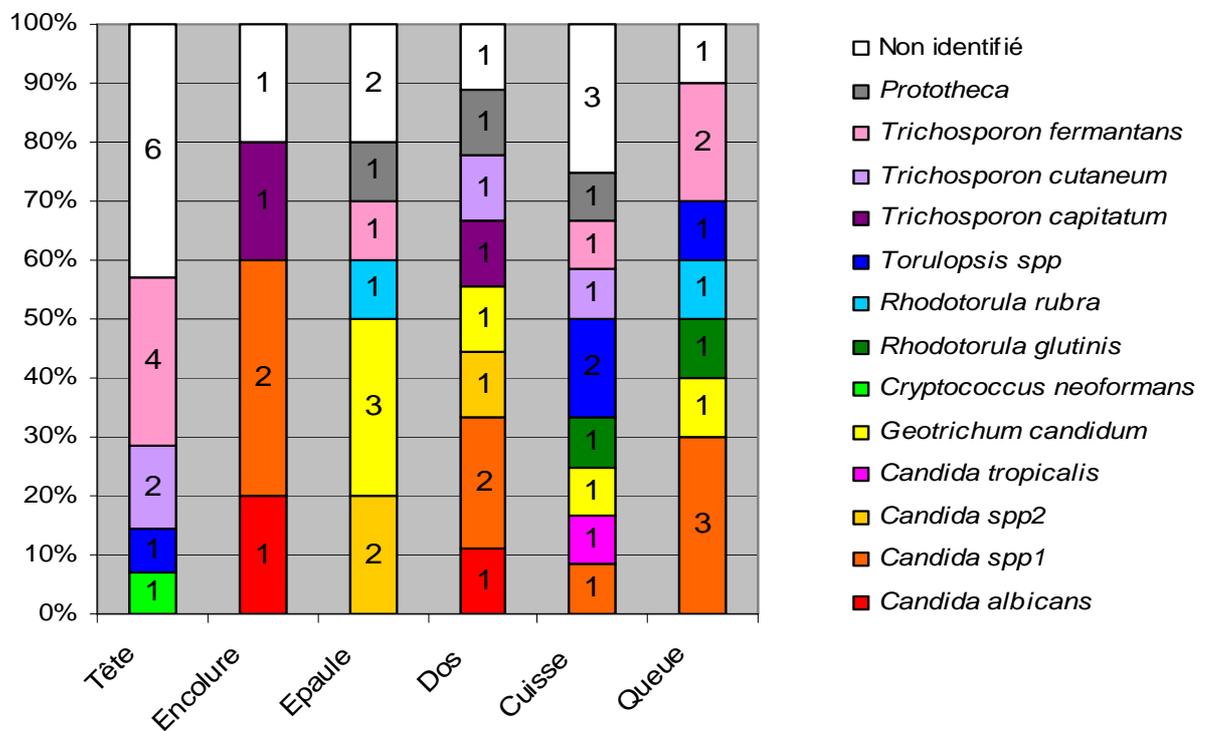


Figure 13 : Identification des levures sur les 6 sites des carcasses bovines

Les chiffres correspondent au nombre de colonies isolées.

Tableau 12: Fréquence des levures au niveau des carcasses.

Site de prélèvement	Micro-organismes																Total d'isolat	N° d'espèce
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu	Tr.f		
Carcasse n°1				1 ^D				1 ^P								2 ^{C.P}	4	3
Carcasse n°2				1 ^P										1 ^E			2	2
Carcasse n°3																		
Carcasse n°4			1 ^D										1 ^T			1 ^T	3	3
Carcasse n°5								2 ^{C.Q}					1 ^C				3	2
Carcasse n°6	1 ^C		1 ^Q						1 ^Q				1 ^C				4	4
Carcasse n°7						1 ^T											1	1
Carcasse n°8															1 ^T		1	1
Carcasse n°9																		
Carcasse n°10		1 ^D	1 ^D						1 ^D								2	2
Carcasse n°11									1 ^D								1	1
Carcasse n°12	1 ^P			1 ^P						1 ^Q	1 ^Q				1 ^D		5	5
Carcasse n°13								1 ^P	3 ^{P.P.T}	1 ^Q	1 ^Q						7	5
Carcasse n°14	1 ^D		1 ^E					2 ^{P.D}	3 ^{T.C.E}	1 ^C	1 ^P		1 ^Q	1 ^D			9	6
Carcasse n°15			1 ^E														2	2
Carcasse n°16									1 ^C								1	1
Carcasse n°17			1 ^Q						1 ^T							1 ^Q	3	3
Carcasse n°18									2 ^{T.Q}							1 ^T	3	2
Carcasse n°19		1 ^E	2 ^{C.Q}		1 ^C				1 ^T						2 ^{T.C}	1 ^T	8	6
Carcasse n°20																		
Occurrence	3	2	8	3	1	1		6	14	2	2		4	2	4	8	60	
Proportion (%)	5,08	3,39	13,56	5,08	1,69	1,69		10,17	23,73	3,39	3,39		6,78	3,39	6,78	13,56		

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*, **T** : Tête, **E** : Encolure, **P** : Epaule, **D** : Dos, **C** : Cuisse, **Q** : Queue.

2. Personnel :

Sur les 16 abatteurs, 12 abatteurs ont les mains contaminées par des levures. Sur un total de 38 colonies, 5 n'ont pas pu être identifiées. Pour le reste des colonies, on a identifié 11 espèces de levures. On note l'absence de *Candida tropicalis* et de *Cryptococcus neoformans* (Tableau 13).

Tableau 13: Fréquence des levures chez le personnel.

Site de prélèvement	Micro-organismes													Total d'isolat	N° d'espèce			
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp			Tr.ca	Tr.cu	Tr.f
Personne n°1			2	1				2		1						2	8	5
Personne n°2			1					1						1	1		4	4
Personne n°3			1					2									3	2
Personne n°4			1	1													2	2
Personne n°5																		
Personne n°6																		
Personne n°7		1							2								3	2
Personne n°8																		
Personne n°9									1								1	1
Personne n°10								1		1							2	2
Personne n°11																		
Personne n°12			1						2				1				4	3
Personne n°13								1	1				1	1			4	4
Personne n°14													1				1	1
Personne n°15								1					1				2	2
Personne n°16								1	1					2			4	3
Occurrence		1	6	2				3	8	5	2		4	3	1	1	2	38
Proportion (%)		2,63	15,79	5,26				7,89	21,05	13,16	5,26		10,53	7,89	2,63	2,63	5,26	

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

3. Matériel d'abattage

Les couteaux: les 30 couteaux sont contaminés par des levures. Toutes les colonies isolées ont été identifiées et on a comptabilisé 11 espèces de levures. On note l'absence de *Candida tropicalis*, *Cryptococcus néoformans* ou *Cryptococcus spp* (**Tableau 14**).

Tableau 14: Fréquence des levures sur les couteaux.

Site de prélèvement	Micro-organismes															Total d'isolat	N° d'espèce	
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu			Tr.f
Couteau n°1			1					1									2	2
Couteau n°2		1	1											1			3	3
Couteau n°3			1											1			2	2
Couteau n°4			1														1	1
Couteau n°5			1														1	1
Couteau n°6								1									1	1
Couteau n°7														1	1		2	2
Couteau n°8								1						1			2	2
Couteau n°9				1								1		1			3	3
Couteau n°10			1														1	1
Couteau n°11			1														1	1
Couteau n°15			1														1	1
Couteau n°17															1		1	1
Couteau n°18										1							2	2
Couteau n°19			1														1	1
Couteau n°20			1														1	1
Couteau n°21													2				1	3
Couteau n°23										1							1	2
Couteau n°24			1					1									2	2
Couteau n°25										1							1	2
Couteau n°27											1						1	1
Couteau n°28																	1	1
Couteau n°29									1								1	1
Couteau n°30																	1	1
Occurrence	1	11	1					4	1	2	1	1	2	5	2	6	37	
Proportion %	3,03	33,33	3,03					12,12	3,03	6,06	3,03	3,03	6,06	15,15	6,06	18,18		

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

Les haches: les 11 haches sont contaminées par des levures. Sur un total de 25 colonies, 3 colonies n'ont pas pu être identifiées. Pour le reste des colonies, on a comptabilisé 9 espèces de levures. Aucune hache n'a développé *Candida tropicalis*, *Cryptococcus néoformans*, *Cryptococcus spp*, *Géotrichum candidum*, et *Rhodotorula glutinis* (**Tableau 15**).

Les fusils: les 11 fusils sont contaminés par des levures. Sur un total de 16 colonies, 3 colonies n'ont pas pu être identifiées. 10 espèces ont été identifiées. Aucun fusil n'a développé, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus néoformans*, *Cryptococcus spp*, *Rhodotorula glutinis* ni *Trichosporon cutaneum* (**Tableau 16**).

Tableau 15: Fréquence des levures sur les haches.

Site de prélèvement	Micro-organismes															Total d'isolat	N° d'espèce	
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu			Tr.f
Hache n°1			3														3	1
Hache n°2			1									1					2	2
Hache n°3			2					1									3	2
Hache n°5				1				1				1					3	3
Hache n°6												1					1	1
Hache n°7								1									1	1
Hache n°8			1									1					2	2
Hache n°9			1								1	1					3	3
Hache n°10										1		1				1	3	3
Hache n°11			1							1				1	1		4	4
Occurrence			9	1				3		2	1	6	1	1	1		25	
Proportion %			34,62	3,85				11,54		7,69	3,85	23,08	3,85	3,85	3,85			

Tableau 16: Fréquence des levures sur les fusils.

Site de prélèvement	Micro-organismes															Total d'isolat	N° d'espèce	
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu			Tr.f
Fusil n°1	1																1	1
Fusil n°2			1	1													2	2
Fusil n°3								2				1					3	2
Fusil n°4			1					1						1			3	3
Fusil n°6																1	1	1
Fusil n°7																1	1	2
Fusil n°8							1				1						2	2
Fusil n°10										1							1	1
Fusil n°11							1									1	2	2
Occurrence	1		2	1			2	3		1	1	1	1	1		3	16	
Proportion %	6,25		12,5	6,25			12,5	18,75		6,25	6,25	6,25	6,25	6,25		18,75		

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

Les crochets: Sur les 24 crochets, 12 sont négatifs pour les levures soit 50% des crochets sont contaminés. Sur un total de 17 colonies, 2 n'ont pas pu être identifiées. 14 espèces ont été identifiées. Aucun crochet n'a développé les espèces suivantes : *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus neoformans*, *Cryptococcus spp*, *Rhodotorula glutinis*, *Rhodotorula rubra*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichosporon cutaneum* et *Trichosporon capitatum* (**Tableau 17**).

Tableau 17: Fréquence des levures dans les crochets.

Site de prélèvement	Micro-organismes															Total d'isolat	N° d'espèce		
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu			Tr.f	
Crochet n°1																			
Crochet n°2																			
Crochet n°3																			
Crochet n°4																			
Crochet n°5																			
Crochet n°6																			
Crochet n°7			1	1								1						3	3
Crochet n°8																1		1	1
Crochet n°9												1				1		2	2
Crochet n°10																			
Crochet n°11																			
Crochet n°12																			
Crochet n°13			1															1	1
Crochet n°14																			
Crochet n°15				1														1	1
Crochet n°16							1											1	1
Crochet n°17				1														1	1
Crochet n°18							1											1	1
Crochet n°19			1									1						2	2
Crochet n°20								1										1	1
Crochet n°21																			
Crochet n°22								1										1	1
Crochet n°23				1								1						2	2
Crochet n°24																			
Occurrence			3	4			2	2				4				2		17	
Proportion %			18	23,53			11,76	11,76				23,53				11,76			

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

4. Bâtiment

Les murs : Sur les 15 prélèvements de murs, 8 étaient contaminés. Sur un total de 12 colonies, sélectionnées, 4 n'ont pu être identifiées. 9 espèces absentes : *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Geotrichum candidum*, *Rhodoturula glutinis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis spp*, *Trichosporon capitatum*, *Ttrichosporon cutaneum* et *Ttrichosporon fermentans* (**Tableau 18**).

Tableau 18: Fréquence des levures dans les murs.

Site de prélèvement	Micro-organismes																Total d'isolat	N° d'espèce
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu	Tr.f		
Mur n°1																		
Mur n°2							1										1	1
Mur n°3			1														1	1
Mur n°4						1											1	1
Mur n°5			1	1													2	2
Mur n°6																		
Mur n°7							1		1								2	2
Mur n°8																		
Mur n°9																		
Mur n°10																		
Mur n°11			1						1								2	2
Mur n°12									2		1						3	2
Mur n°13																		
Mur n°14																		
Mur n°15																		
Occurrence			3	1		1	2		4		1						12	
Proportion %			12,5	4,17		8,33	4,17		16,67		4,17							

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

Les sols : Sur les 26 prélèvements, 18 étaient contaminés. Sur 28 colonies sélectionnées, 5 n'ont pu être identifiées. Absence de 4 espèces, *Rhodoturula glutinis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulopsis spp* et *Ttrichosporon cutaneum* (**Tableau 19**).

Tableau 19: Fréquence des levures dans le sol.

Site de prélèvement	Micro-organismes																Total d'isolat	N° d'espèce
	Pr	C.a	C.spp1	C.spp2	C.t	Cr.n	Cr.spp	G.c	NI	R.g	R.r	S.c	T.spp	Tr.ca	Tr.cu	Tr.f		
Sol n°1						1											1	1
Sol n°2																		
Sol n°3						1											1	1
Sol n°4																		
Sol n°5								1									1	1
Sol n°6			1													1	2	2
Sol n°7																1	1	1
Sol n°8				1													1	1
Sol n°9									1								1	1
Sol n°10				1													1	1
Sol n°11																1	1	1
Sol n°12																		
Sol n°13																		
Sol n°14																		
Sol n°15																		
Sol n°16									1								1	1
Sol n°17																		
Sol n°18							1	1									2	2
Sol n°19									1								1	1
Sol n°20									1	1							2	2
Sol n°21									1							1	2	2
Sol n°22									1								2	2
Sol n°23				1					1								2	2
Sol n°24									1							1	2	2
Sol n°25									1	1							2	2
Sol n°26							1	1									2	2
Occurrence			1	3		2	2	9	5		3				2	1	28	
Proportion %			3,57	10,71		7,14	7,14	32,14	17,86		10,71				7,14	3,57		

Pr : *Prototheca*, **C.a** : *Candida albicans*, **C.spp 1** : *Candida spp 1*, **C.spp 2**, *Candida spp 2*, **C.t** : *Candida tropicalis*, **Cr.n** : *Cryptococcus neoformans*, **Cr.spp** : *Cryptococcus spp*, **G.c** : *Geotrichum candidum*, **NI** : Non identifié, **R.g** : *Rhodotorula glutinis*, **R.r** : *Rhodotorula rubra*, **S.c** : *Sacchaomyces cereviciea*, **T.spp** : *Torulopsis spp*, **Tr.f** : *Trichosporon fermentans*, **Tr.cu** : *Trichosporon cutaneum*, **Tr.ca** : *Trichosporon capitatum*.

Récapitulatif

La comparaison de la répartition des toutes les levures identifiées sur l'ensemble des prélèvements montre les résultats suivants (**Figure 14**).

- *Candida spp 1*, *Candida spp 2*, *Geotrichum candidum* et *Trichosporon capitatum* ont été isolées à la fois sur les carcasses, personnel, outils d'abattage et bâtiment.

- *Candida spp 1* : 6 carcasses (encolure, dos, cuisse, queue), des mains de 5 personnes, 22 fois à partir d'outils d'abattage et 7 fois du bâtiment.

- *Candida spp 2* : 3 carcasses (dos, épaule, queue), des mains de 2 personnes, 3 fois à partir d'outils d'abattage et 8 fois du bâtiment.

- *Geotrichum candidum* : a été isolé de 4 carcasses (épaule et dos), des mains de 6 personnes, 6 fois à partir d'outils d'abattage et 11 fois à partir du bâtiment.

- *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis* et *Trichosporon cutaneum* ont été isolées des carcasses, du personnel et outils d'abattage mais pas du bâtiment.

- *Candida albicans* : a été isolé de 2 carcasses (dos et épaule) et des mains d'une personne, et 2 fois à partir du matériel d'abattage (Couteau, fusil).

- *Rhodotorula glutinis* : a été isolé de 2 carcasses (queue et cuisse), des mains de 2 personnes

- *Trichosporon cutaneum* : a été isolé de 3 carcasses (dos, tête et cuisse), des mains d'une personne

- *Trichosporon fermantans* : a été isolé de 7 carcasses (tête, queue, cuisse et épaule), des mains d'une personne, 10 fois à partir d'outils d'abattage et 3 fois du bâtiment.

- *Cryptococcus spp* et *Saccharomyces cerevisiae* n'ont été isolées d'aucune carcasse. Cependant, *Cryptococcus spp* a été isolée des mains de 2 personnes et 3 fois du bâtiment tandis que *Saccharomyces cerevisiae* a été isolée des mains de 4 personnes et 3 à partir des outils d'abattage.

- *Cryptococcus neoformans* : a été isolé de 1 carcasse (tête) et 4 fois à partir du bâtiment (murs et sols).

- *Candida tropicalis* : a été isolé une seule fois sur une carcasse (la cuisse).

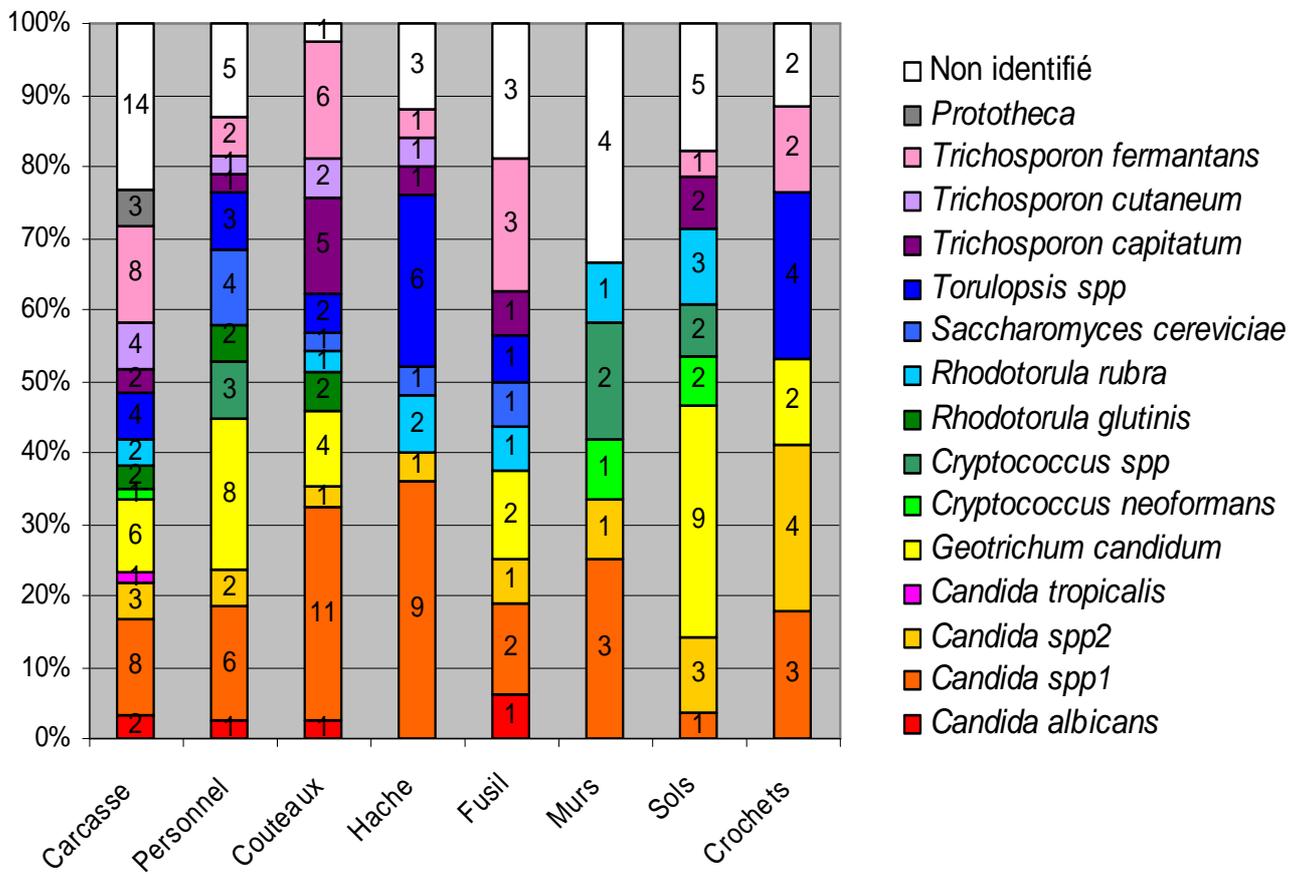


Figure 14: Répartition des levures sur la totalité des prélèvements

B. Isolement et identification des moisissures

Sur les 169 cultures ayant présenté un développement fongique, 67 cultures sont positives pour les moisissures. Sur 79 colonies, 11 espèces de moisissures ont été identifiées : *Mucoral* (20.25 %), *Aspergillus fumigatus* (17.72 %), *Fusarium sacchari* (16.66 %), *Aspergillus niger* (11.39 %), *Acremonium strictum* (7.59 %), *Cladosporium* (6.33 %), *Penicillium commune* (6.33 %), *Penicillium spp* (6.33 %), *Rhizopus* (6.33 %), *Penicillium griseofulvum* (3.80 %) et *Paecilomyces viridis* (1.27 %).

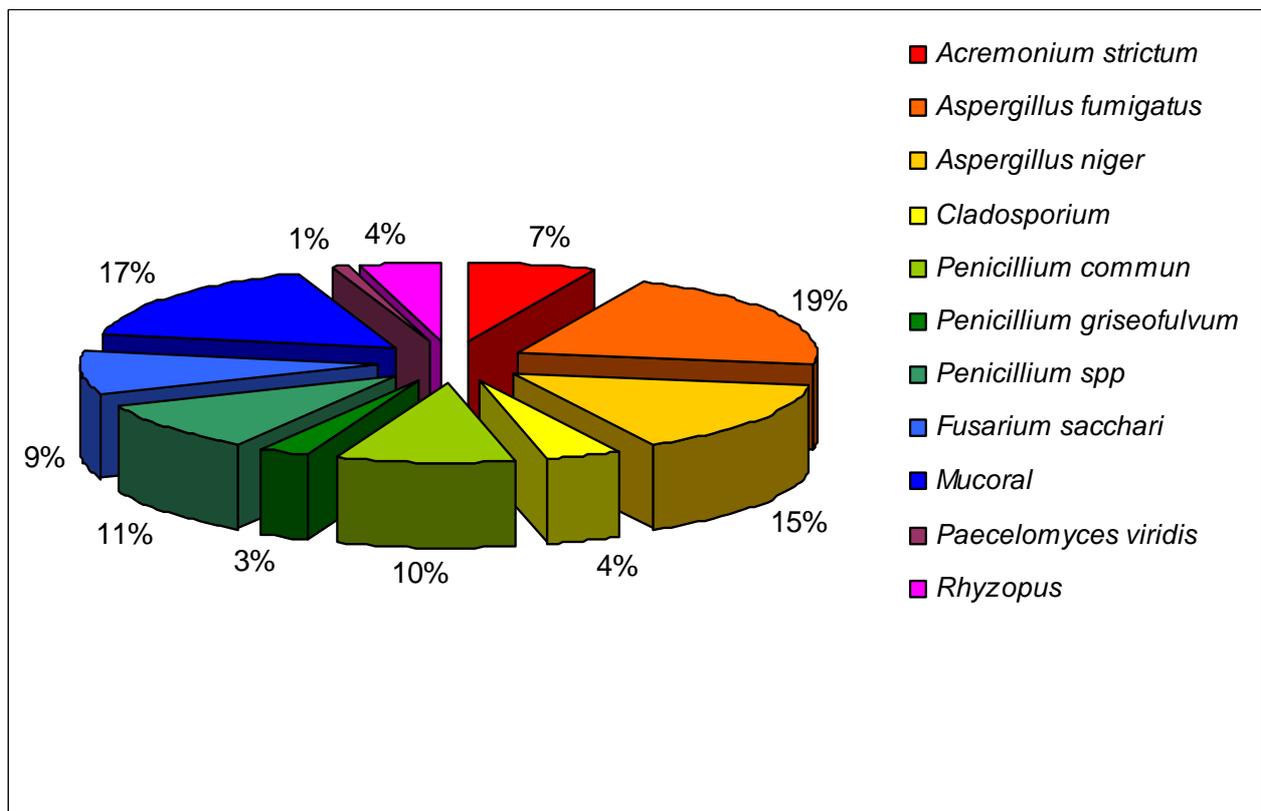


Figure 15: Proportion des moisissures identifiées

1. Les carcasses bovines :

sur les 20 carcasses, 11 carcasses sont contaminées par les moisissures. On note l'absence de *Cladosporium* et de *Paecilomyces viridis*. (**Tableau 20**).

Tableau 20: Fréquence des moisissures au niveau des carcasses.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce	
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh			
Carcasse n°1	1 ^P									1 ^D			2	2
Carcasse n°2														
Carcasse n°3														
Carcasse n°4														
Carcasse n°5														
Carcasse n°6														
Carcasse n°7														
Carcasse n°8														
Carcasse n°9		1 ^Q							1 ^D				2	2
Carcasse n°10	1 ^Q					2 ^{Q.T}					1 ^T		4	3
Carcasse n°11											1 ^T		1	1
Carcasse n°12						1 ^T							1	1
Carcasse n°13					1 ^Q			1 ^E					2	2
Carcasse n°14											1 ^T		1	1
Carcasse n°15			2 ^{D.Q}		1 ^Q								3	2
Carcasse n°16			2 ^{D.Q}		1 ^E								3	2
Carcasse n°17					2 ^{P.C}								2	1
Carcasse n°18					1 ^C	1 ^T							2	2
Carcasse n°19														
Carcasse n°20		2 ^{T.Q}	1 ^T			1 ^Q							4	3
Occurrence	2	3	5		6	5		1	1	1	3		27	
Proportion (%)	7,41	11,11	18,52		22,22	18,52	0,00	3,70	3,70	3,70	11,11			

Ac.s : *Acremonium strictum*, **A.f** : *Aspergillus fumigatus*, **A.n** : *Aspergillus niger*, **Cl** : *Cladosporium*,
F.s : *Fusarium sacchari*, **Mu** : *Mucoral*, **Pa.v** : *Paecelomyces viridis*, **P.c** : *Penicillium commun*,
P.g : *Penicillium griseofulvum*, **P.spp** : *Penicillium spp*, **Rh** : *Rhyzopus*, **T** : Tête, **E** : Encolure,
P : Epaule, **D** : Dos, **C** : Cuisse, **Q** : Queue.

2. Personnel :

Sur les 16 opérateurs, 7 abatteurs ont les mains contaminées par les moisissures. On note l'absence de *Aspergillus fumigatus*, *Cladosporium*, *Fusarium sacchari*, *Paecilomyces viridis* et *Rhizopus* (**Tableau 21**).

3. Matériel d'abattage :

Couteaux: sur les 30 couteaux, seulement 5 couteaux sont contaminés par des moisissures. Quatre espèces y ont été identifiées : *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium spp* et *Rhizopus*. Une infestation par 2 espèces de moisissures a été observée sur 1 couteau: *Aspergillus fumigatus* et *Penicillium spp* (**Tableau 22**).

Fusils: Sur les 11 fusils, 3 sont positifs pour le développement des moisissures. Deux espèces ont été identifiées: *Fusarium sacchari* et Mucoral,

Haches: Sur les 11 haches, 4 sont contaminées par des moisissures. Il s'agit de: *Acremonium strictum*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium sacchari* et *Penicillium spp*.

Tableau 21: Fréquence des moisissures chez le personnel.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce	
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh			
Personne n°1								1					1	1
Personne n°3								1					1	1
Personne n°6	1										1		2	2
Personne n°9						1							1	1
Personne n°14			1										1	1
Personne n°15						1							1	1
Personne n°16	1								1				2	2
Occurrence	2		1			2		2	1	1			9	
Proportion %	22,22		11,11			22,22		22,22	11,11	11,11				

Tableau 22: Fréquence des moisissures dans les outils d'abattage.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce	
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh			
Couteau n°2		1											1	1
Couteau n°3		1								1			2	2
Couteau n°4											1		1	1
Couteau n°22		1											1	1
Couteau n°27			1										1	1
Fusil n°3					1								1	1
Fusil n°4						1							1	1
Fusil n°5						1							1	1
Hache n°1	1								1				2	2
Hache n°4					1								1	1
Hache n°8		1											1	1
Hache n°11											1		1	1
Occurrence	1	4	1		2	2			1	2	1		14	
Proportion %	7,14	28,57	7,14		14,29	14,29			7,14	14,29	7,14			

Ac.s : *Acremonium strictum*, **A.f** : *Aspergillus fumigatus*, **A.n** : *Aspergillus niger*, **Cl** : *Cladosporium*, **F.s** : *Fusarium sacchari*, **Mu** : *Mucor*, **Pa.v** : *Paecilomyces viridis*, **P.c** : *Penicillium commun*, **P.g** : *Penicillium griseofulvum*, **P.spp** : *Penicillium spp*, **Rh** : *Rhizopus*,

4. Bâtiment :

Sols: sur les 33 prélèvements, 20 prélèvements sont positifs pour le développement des moisissures. Les espèces qui ne se sont pas développées sont: *Acremonium strictum*, *Paecilomyces viridis*, *Penicillium griseofulvum* et *Rhizopus* (**Tableau 23**).

Tableau 23: Fréquence des moisissures dans le sol.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce	
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh			
Sol n°1	1												1	1
Sol n°5	1												1	1
Sol n°6						1							1	1
Sol n°7	1												1	1
Sol n°9				1									1	1
Sol n°12						1							1	1
Sol n°14						1							1	1
Sol n°15				1									1	1
Sol n°16						1							1	1
Sol n°20	1				1								2	2
Sol n°22						1							1	1
Sol n°23	1												1	1
Sol n°25						1							1	1
Sol n°27			1					1					2	2
Sol n°28	1												1	1
Sol n°29			1										1	1
Sol n°30										1			1	1
Sol n°31										1			1	1
Sol n°32								1					1	1
Sol n°33			1					1		1			3	3
Occurrence	6	3	2	1	6	3	24							
Proportion %	25	13	8,33	4,17	25	12,5	12,5							

Ac.s : *Acremonium strictum*, **A.f** : *Aspergillus fumigatus*, **A.n** : *Aspergillus niger*, **Cl** : *Cladosporium*, **F.s** : *Fusarium sacchari*, **Mu** : *Mucor*, **Pa.v** : *Paecilomyces viridis*, **P.c** : *Penicillium commun*, **P.g** : *Penicillium griseofulvum*, **P.spp** : *Penicillium spp*, **Rh** : *Rhizopus*,

Murs: sur les 19 prélèvements, 7 prélèvements sont positifs pour le développement des moisissures. Les espèces qui ne se sont pas développées sont: *Fusarium sacchar*, *Penicillium griseofulvum* et *Rhizopus*. (**Tableau 24**).

Air ambiant: sur les 8 prélèvements se sont développées des moisissures. On note l'absence de *Paecilomyces viridis* et *Penicillium griseofulvum* (**Tableau 25**).

Tableau 24: Fréquence des moisissures au niveau des murs et des crochets.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh		
Mur n°2			1									1	1
Mur n°7		1										1	1
Mur n°13		1										1	1
Mur n°16	1	1								1		3	3
Mur n°17		1				1		1				3	3
Mur n°18			1			1						2	2
Mur n°19								1		1		2	2
Crochet n°1							1	1				2	2
Crochet n°5				1								1	1
Crochet n°7	1											1	1
Crochet n°10			1									1	1
Crochet n°15		1										1	1
Crochet n°20			1									1	1
Occurrence	2	5	4	1		2	1	3		2		20	
Proportion %	10	25	20	5		10	5	15		10			

Tableau 25: Fréquence des moisissures dans l'air.

Site de prélèvement	Moisissure											Total d'isolat	N° d'espèce
	Ac.s	A.f	A.n	Cl	F.s	Mu	Pa.v	P.c	P.g	P.spp	Rh		
Air n°1		1			1			1				3	3
Air n°2				1		1					1	3	3
Air n°3				1		1					1	3	3
Air n°4		1									1	2	2
Air n°5			1					1				2	2
Air n°6		1	1									2	2
Air n°7		1	1									2	2
Air n°8	1	1									1	3	3
Occurrence	1	5	3	2	1	2		2			3	1	20
Proportion %	5	25	15	10	5	10		10			15	5	

Ac.s : *Acremonium strictum*, **A.f** : *Aspergillus fumigatus*, **A.n** : *Aspergillus niger*, **Cl** : *Cladosporium*, **F.s** : *Fusarium sacchari*, **Mu** : *Mucoral*, **Pa.v** : *Paecilomyces viridis*, **P.c** : *Penicillium commun*, **P.g** : *Penicillium griseofulvum*, **P.spp** : *Penicillium spp*, **Rh** : *Rhizopus*,

Récapitulatif

La comparaison de la répartition de toutes les moisissures identifiées sur l'ensemble des prélèvements montre les résultats suivants (Figure 16).

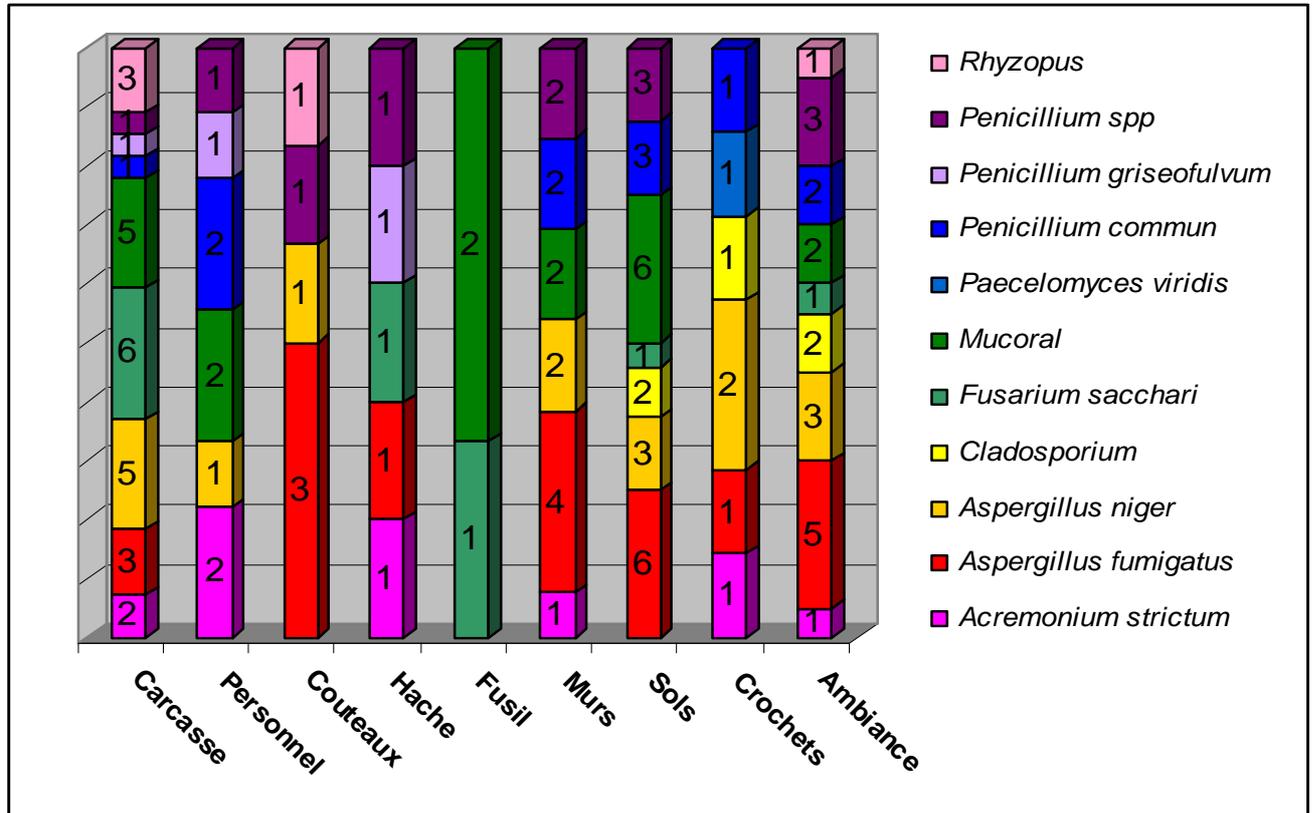


Figure 16: Répartition des moisissures sur la totalité des prélèvements

- Les moisissures isolées, au moins sur un prélèvement, à la fois des carcasses, du personnel, des outils d'abattage et du bâtiment sont *Acremonium strictum*, *Penicillium spp*, *Penicillium commun*, *Mucoral* et *Aspergillus niger*
- Sur les carcasses et les mains des abatteurs, *Paecilomyces viridis* et *Cladosporium* ne se sont pas développées
- Au niveau du bâtiment, *Penicillium griseofulvum* et *Paecilomyces viridis* ne se sont pas développées.

DISCUSSION

L'ANALYSE BACTERIENNE :

Le but de notre étude est d'apprécier l'état d'hygiène des abattoirs d'El Harrach en évaluant le taux de contamination des carcasses bovines par 06 flores (flore aérobie mésophile totale, Psychrotrophe, Entérobactéries, coliformes totaux, coliformes fécaux et *Escherichia coli*). Nos résultats ont montrés que la flore aérobie mésophile totale et les psychrotrophe sont les flores prédominantes que ce soit au niveau de l'évaluation globale de la carcasse ou au niveau de chacun des trois sites prélevés.

La flore aérobie mésophile totale

Dans notre étude le taux de contamination global par la flore aérobie mésophile totale est de l'ordre de $5,90 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

Par la technique d'écouvillonnage, plusieurs auteurs ont enregistré des taux de contamination proches des nôtres. El Groud (1999), lors d'une étude portant sur 36 carcasses bovines, dans l'abattoir de Constantine ($4.78 - 5.48 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$). El Hadeb *et al.* (2003), lors d'une étude similaire, dans le même abattoir, enregistre un taux global de contamination de $5.34 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. En Allemagne, Ingram et Roberts (1976), ont rapportés un taux de contaminations moyen de l'ordre de $4.58 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Par la technique de l'excision, Dennaï *et al.* (2001), lors d'une étude sur 32 carcasses bovines dans un abattoir au Maroc et Fethy (1988), dans un abattoir, en Egypte, enregistrent respectivement des taux de contamination globaux de $5.15 \log_{10} \text{ cfu/g}$ et $5.78 \log_{10} \text{ cfu/g}$. Aux Etat Unis, Kain *et al.* (1999), enregistre un taux de contamination des carcasses par les mésophiles de $4.6 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

Cependant, d'autres auteurs ont rapporté des résultats inférieurs, voire largement inférieurs à nos valeurs. Sofos *et al.* (1999), aux Etats-Unis, rapporte des taux de contamination de $4 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Bell (1997), en Nouvelle Zélande, rapporte des valeurs comprises entre $2-4 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Roberts *et al.* (1984), dans une études effectuée dans sept abattoirs européens, rapporte des valeurs comprises entre 2.29 et $3.85 \log \text{ ufc/cm}^2$. Au Royaume Unis, Hudson *et al.* (1996), rapporte des valeurs comprises entre 1.98 et $4.14 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Par écouvillonnage, en Australie, Sumner *et al.* (2003) et Phillips *et al.* (2006) rapportent des taux globaux de contamination, respectivement, de $1.82 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et $1.3 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Prendergast *et al.* (2004), en Irland, rapporte un taux global de contamination de $2.54 \log \text{ ufc/cm}^2$. Gill *et al.* (2000), au Canada, rapporte un taux global de contamination de $2.5 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Rahkio et Korkeala (1997) rapportent un taux global de contamination de de l'ordre de $2.56 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$. Zweifel *et al.* (2007), en Suisse, avec une méthode de prélèvement destructive, rapporte des valeurs allant de $2.7- 3.8 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

Par ailleurs, peu d'études ont obtenu des valeurs supérieures aux nôtres. En Nouvelle Zélande, Cook *et al.* (1997) et Vanderlinde *et al.* (1998) rapportent des taux de contamination jusqu'à $7 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Bacon *et al.* (2000), aux Etats-Unis, enregistrent un taux de $7.1 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$. Ces charges élevées pourraient s'expliquer par l'état d'hygiène du cuir des animaux avant l'abattage, qui devait être très souillé.

La présence de flore aérobie mésophile totale en abondance, à la surface des carcasses, s'expliquerait par les multiples contacts des mains et des outils avec le cuir souillé des animaux, au cours des opérations de dépouillement (Dachy, 1993 ; Hinton *et al.*, 1998). Dans notre étude, l'origine des charges élevées en FAMT pourrait également provenir du sol souillé par les matières fécales. Ceci s'explique par la proximité des carcasses du sol en raison des méthodes d'abattage pratiquées dans l'abattoir d'El-Harrach (dépouillement en position horizontale à même le sol). Les taux élevés enregistrés au cours de notre étude comparés à ceux obtenus dans les pays occidentaux s'expliqueraient par la différence des méthodes d'abattage qui sont largement mécanisées dans les abattoirs des pays occidentaux et l'application du principe de marche en avant. Outre les différences dues aux méthodes de prélèvement, l'état d'hygiène des bovins avant l'abattage (Mc Evoy *et al.*, 2000), et les méthodes d'abattage, d'autres facteurs comme la saison et la présence de personnes étrangères peuvent influencer la charge des mésophiles à la surface des carcasses bovines. En effet, Dennaï *et al.* (2001) ont obtenu les plus fortes charges durant l'été et Rahkio et Korkeala (1997) ont démontré qu'il existerait une corrélation entre l'activité humaine déployée dans un abattoir, la charge microbienne de l'air et la contamination microbienne finale des carcasses.

Les psychrotrophes :

Au cours de notre étude, nous avons obtenu un taux moyen de contamination par les psychrotrophes de l'ordre de $5.88 \log \text{ ufc/cm}^2$.

Par la technique de l'écouvillonnage, Kotula *et al.* (1975) ont relevé un taux de contamination, au niveau des cuisses, flancs et poitrines, respectivement, de 1.09, 1.99 et $2.44 \log \text{ ufc/cm}^2$. Emswiler *et al.* (1976) ont enregistré des valeurs comprises entre $2.28 - 4.12 \log \text{ ufc/cm}^2$. Ces valeurs sont inférieures aux nôtres. Dennaï *et al.* (2001) ont obtenu un taux global de $4.51 \log \text{ ufc/g}$ par la technique de l'excision. Selon ce dernier, le taux élevé des psychrotrophes peut s'expliquer par la saison durant laquelle ont été effectués les prélèvements.

Dans notre étude la charge des psychrotrophes est assez proche de celle de la flore aérobie mésophile (l'écart entre les deux flores est stable dans les 03 sites). Ce résultat pourrait s'expliquer par une origine commune entre ces deux flores, ou encore, par le fait qu'une large portion de la flore aérobie mésophile totale soit également psychrotrophe. En effet, la flore de contamination des

viandes est constituée d'une flore mésophile saprophyte, qui est en même temps psychrotrophe, impliquée dans l'altération des viandes comme les *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Micrococcus* et certaines entérobactéries psychrotrophes comme certaines espèces de *Serratia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Erwinia*.

Les entérobactéries

Au cours de notre étude nous avons enregistré un taux de contamination global par les entérobactéries $3.08 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

El Hadal *et al.*, (2003) a enregistré un taux de contamination légèrement supérieur au notre ($3.41 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$). Les taux de contamination au niveau des cuisses ($3.12 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$) et des flancs ($3.10 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$) sont proches de ceux trouvés au cours de notre étude. Par ailleurs, nos dénombrements montrent des niveaux de contamination assez élevés comparés à certains auteurs :

En France, Khalifa (1986) et Colobert *et al.* (2002), au cours d'une étude dans des abattoirs du Calvados (France), relèvent des taux globaux de contamination par les entérobactéries, respectivement, de $0.2 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et $1.42 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. En Irlande du Nord, Murray *et al.* (2001) relèvent un taux global de contamination par les entérobactéries de $0.40 \log_{10} \text{ cfu/cm}^2$.

La contamination par les entérobactéries se produirait essentiellement lors des opérations de dépouillement et de l'éviscération. En effet, la surface de la peau est souvent souillée par les fèces, d'après Ayres (1955), Empey et Scott (1939) et Korsak (2006) on y dénombrerait jusqu'à 10^9 germes/cm². D'après ce dernier il est difficile d'avoir des carcasses en fin d'abattage avec un taux inférieur à 10^3 germes /cm² ($3 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$). Les multiples contacts des carcasses avec les mains et les tenus des manipulateurs sont la principale cause.

Les taux élevés enregistrés au cours de notre étude comparés à ceux obtenus dans les pays occidentaux s'expliqueraient par la différence des méthodes d'abattage, notamment l'étape du dépouillement, qui se pratique dans la quasi-totalité des abattoirs algériens, sur l'animal couché et selon un tracé traditionnel, cette méthode implique de manipuler à la fois le cuir, souvent souillé, et la carcasse, alors que l'usage de l'arrache cuir mécanisé, qui réduit l'intervention de l'homme, est largement répandu dans les abattoirs des pays occidentaux..

En l'absence de réglementation prenant en compte les dénombrements bactériens à partir de techniques de prélèvement non destructives, il nous est impossible de comparer nos résultats. Cela dit, il nous suffit de faire remarquer que malgré l'utilisation d'une technique non destructive pour nos prélèvements, sensée récolter moins de germes que les techniques destructives (excision), les charges en FAMT, Entérobactéries enregistrées au cours de notre étude sont nettement supérieures aux valeurs tolérées.

Tableau 26 : Valeurs log moyennes quotidiennes des résultats marginaux et inacceptables pour les critères de performances bactériens applicables aux bovins, exprimés en ufc/cm² pour les échantillons prélevés par la méthode destructive

	Acceptable	Marginal	Inacceptable
Germes totaux à 30°C	< 3,5 log	3,5 log - 5,0 log	> 5,0 log
Entérobactéries	< 1,5 log	1,5 log - 2,5 log	> 2,5 log

Les coliformes totaux :

Le taux de contamination par les coliformes (totaux et fécaux) enregistrés au cours de notre étude est de 3,04 log₁₀ ufc/cm². Nos résultats sont relativement supérieurs à ceux enregistrés par El-Groud (1999) et El-Hadef *et al.* (2003) qui rapportent respectivement des taux de 1.59 log₁₀ ufc/cm² et 2.04 log₁₀ ufc/cm². Au Etats-Unis, Sofos *et al.* (1999) relève un taux de contamination par les coliformes de l'ordre de 2.0 log₁₀ ufc/cm². Gill *et al.* (2000), au Canada, relèvent un taux global de contamination de 3.20 log₁₀ ufc/cm² avec la technique de l'excision. D'un autre coté, nos résultats sont largement supérieurs à ceux de :

Gill et Baker (1998) au Canada, Kain *et al.* (1999) aux Etats-Unis et Wavre *et al.* (2001) en Grande Bretagne, relèvent des taux de contamination globaux, respectivement, de 2.33 log₁₀ cfu/100 cm², 1.2 log₁₀ cfu/100 cm² et 1.7 log₁₀ ufc/100 cm².

Par ailleurs, peu d'études ont obtenu des valeurs supérieures aux nôtres. Au Maroc, Dennai *et al.* (2001), par la méthode de l'excision, relève des taux de contamination par les coliformes de l'ordre de 3.85 log₁₀ ufc/g et Bacon *et al.* (2000), rapport des valeurs de contamination par les coliformes allant de 1- 4 log₁₀ cfu/cm².

Ceci s'explique par le fait que les méthodes destructives (excision) recueillent plus de germes que les méthodes non destructives (écouvillonnage),

Cette différence s'expliquerait par la modernité des abattoirs de ces pays et ainsi que la pratique de méthodes d'habillage, plus hygiéniques (sur l'animal suspendu), évitant ainsi tout contact de la carcasse avec les surfaces.

Les coliformes thermotolérants et *Escherichia coli* :

Dans notre étude le taux global de contamination des carcasses par les coliformes thermotolérants est de 2,89 log₁₀ ufc/cm². Nos résultats sont supérieurs à ceux de Gill *et al.* (1998) au Canada, El-Hadef *et al.* (2003) et El-Groud (1999) à Constantine (Algérie), qui ont enregistré des taux de contamination respectifs de l'ordre de 1.0, 1.26 et 1.61 log₁₀ ufc/cm². Nos résultats sont largement supérieurs à ceux de Corantin *et al.* (2005) au Canada et Colobert *et al.* (2002) dans le

Calvados (France), qui ont enregistré des taux de contamination respectifs $0.16 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et $0.11 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

Par contre, nos résultats sont inférieurs à ceux de Arenas de Moreno *et al.* (2004) qui a enregistré des taux supérieurs à $4.5 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ lors d'une étude réalisée dans un petit abattoir au Venezuela, sur 36 carcasses bovines en utilisant la méthode de l'écouvillonnage pour réaliser les prélèvements. Nos résultats sont également inférieurs à ceux de Dennaï *et al.* (2001) et Fethy (1988) qui ont relevé des taux respectifs de $3.85 \log_{10} \text{ ufc/g}$ et $4 \log_{10} \text{ ufc/g}$ en utilisant une technique de prélèvement destructive (excision).

Concernant les *Escherichia coli*, nous avons enregistré des résultats allant de $1.04 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ à $3.78 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$, avec une moyenne de $2,70 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. La majorité des sites écouvillonnés ont présenté des *Escherichia coli* (95%).

Nos résultats sont nettement supérieurs à ceux enregistrés par certains auteurs:

Gill *et al.* (1998) et Corantin *et al.* (2005), au Canada, avec une technique de prélèvement similaire à la notre, relève un taux de contamination respectifs de $2 \log_{10} \text{ ufc/100 cm}^2$ et $0.06 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Et Bacon *et al.* (2000), Sofos *et al.* (1999¹) et Calicioglu *et al.* (1999) aux Etats-Unis enregistre des taux respectifs de 2.0, 1.0, $2.0 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

En utilisant la technique de l'excision, Philipps *et al.* (2006), en Australie, sur 1155 échantillons enregistre un taux de contamination de $0.8 \log_{10} \text{ ufc/g}$. et Carney *et al.* (2006), en Irlande, sur un échantillon de 132 carcasses bovines, obtien des valeurs comprises entre $0.70 - 1.41 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et en Nouvelle Zélande, Bell (1997) relève des valeurs de contamination comprises entre $1-2 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$ et Cook *et al.* (1997) enregistre une valeur maximale de $2.11 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$. Paulsen *et al.* (2006) en Autriche, a obtenu un taux de $1.0 \log_{10} \text{ ufc/g}$.

D'autre part, peu d'études ont apporté des taux supérieurs aux nôtres ainsi, Gill *et al.* (1998) enregistre des résultats de l'ordre de $3.20 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$, alors que Sofos *et al.* (1999²), aux Etats-Unis, relève une valeur maximale de $6 \log_{10} \text{ ufc/cm}^2$.

La présence de coliformes thermotolérants en générale et *Escherichia coli* en particulier traduit de mauvaises conditions d'hygiène au cours de l'abattage, en particulier une contamination d'origine fécale,

Les charges élevées en coliformes fécaux enregistrées au cours de notre étude s'expliqueraient par des manipulations défailantes dues à un personnel, peu sensibilisé aux règles d'hygiène de l'abattage et des méthodes d'abattage artisanales qui ne tiennent pas, prioritairement, compte de l'hygiène.

Répartition des flores selon les sites :

Les contaminations au niveau de la poitrine se produisent lors du dépouillement par les mains et les outils d'abattage car l'opération nécessite de manipuler à la fois le cuir et la carcasse, des contaminations se produisent également par les outils lors de la fente du sternum. La région du flanc est également contaminée lors du dépouillement par les outils d'abattage et les mains des manipulateurs, les flancs sont également contaminés après une mauvaise éviscération, notamment s'il y a perforation des sacs gastriques et écoulement de leur contenu. Les cuisses sont contaminées lors du dépouillement par les mains des manipulateurs et leurs outils.

L'analyse de variance au seuil de probabilité de 5% ($p=0.05$) montre qu'il n'existe pas de différence significative des charges de contamination en fonction des différents site explorés. La poitrine montre toute fois des charges en coliformes totaux et fécaux légèrement plus élevées que les autres sites, alors que la cuisse présente les taux les plus bas en coliformes thermotolérants et *Escherichia coli*. Par contre, Les cuisses et les flancs présentent des taux légèrement plus élevés en flore aérobie mésophile, psychrotrophe et entérobactéries, comparé à la poitrine. Ceci est en contradiction avec certains auteurs dont Dennis *et al.* (2001), Mc Evoy *et al.* (2000). El-Hadef *et al.* (2003) et El Groud (1999) qui constatent que le cartier avant est plus contaminé que le cartier arrière. Pour les abattoirs qui pratiquent le douchage des carcasses, ceci s'explique par le fait que l'eau du rinçage déplace les germes des parties distales (cuisse) vers le bas (Poitrine, collier, épaules). Pour les abattoirs qui ne pratiquent pas le douchage, comme celui d'El-Harrach, cet état de fait peut s'installer progressivement, en effet, une fois la carcasses suspendue, sont cartier avant, plus proche du sol, est plus exposé aux contaminations (éclaboussures, manipulation, contacts avec les surfaces). Toute fois, cet état de fait peu aussi s'installer brutalement, lors de perforations accidentelles des réservoirs gastriques, par exemple, et le déversement du contenu gastrique sur les parties déclives.

La contradiction de nos résultats avec ceux des auteurs précédemment cités, peut s'expliquer par la précocité de nos prélèvements, à un moment ou la contamination est encore plus ou moins uniforme dans les trois sites prélevés.

L'ANALYSE FONGIQUE

Les levures

Le choix des colonies à repiquer s'est fait à l'œil nu, sur la base de critères morphologiques (taille, couleur et texture). Ce procédé manque de précision dans la mesure où nous ne sommes pas sur de pouvoir repiquer toutes les colonies de levures. En plus des moisissures, le milieu Sabouraud simple permet la croissance de certaines bactéries. Ceci rend encore difficile le repiquage des colonies à identifier.

Plusieurs méthodes d'identification rapides des levures sont proposées en alternative aux lourdes techniques classiques d'identification. Parmi ces méthodes, des kits miniatures tels : Vitek, API 32C, API 20C AUX (bioMérieux), Yeast Star (Clarc Laboratories, Heerlen, The Netherlands), Auxacolor (Sanofi, Paris, France), et RapID Yeast Plus system (Remel) sont commercialisés (Espinel-Ingroff et al., 1998 ; Graf et al., 2000 ; Rommey et al., 2000 ; Verweij et al., 1999).

Une large portion de levures isolées (15.88%), n'a pas été identifiée car nous nous sommes basés sur une table d'identification restreinte comprenant 35 espèces de levures et une moisissure d'intérêt médical et comprenant 7 genres différents: *Candida*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, *Trychosporon* et *Geotrichum*.

Dans la nature, et en particulier, dans un abattoir, la flore fongique est largement présente. Les genres *Pichia*, *Hansenula*, *yarrowia*, *Debaryomyces*, et les espèces *Candida lipolytica* ont été largement cités dans les contaminations des viandes (Leistner et Rödel, 1976 ; Jay, 2005).

La plus part des espèces de levures que nous avons isolées au cours de notre étude est connue comme étant parmi les plus fréquemment retrouvées à la surface de la viande fraîche bovine (Mulcock, 1965 ; Abukheir et Kilbertus, 1974 ; Hsieh et Jay, 1984 ; et Jay, 2005). Sur la totalité des carcasses, les différents sites ont montré des proportions de contamination différentes. Par ordre décroissant, la tête, la cuisse, l'épaule et la queue, le dos et l'encolure. La plus grande proportion de levures au niveau des carcasses a été relevée à partir de cultures issues des prélèvements effectués au niveau des têtes. Les têtes ne sont pas dépouillées, les prélèvements sont donc effectués directement sur la peau. Cette proportion aurait pu être plus importante si de nombreuses boîtes de culture excessivement contaminées par des bactéries et des moisissures n'ont pas été écartées (car le repiquage des colonies de levures a été impossible). La région de la cuisse présente elle aussi une occurrence relativement élevée. Nous pensons que cette zone, correspondant au couchage, est souvent très souillée par les fèces. Le transfert des levures du cuir vers cette zone se produirait essentiellement lors du dépouillement. La contamination excessive des épaules par rapport à l'encolure pourrait être expliquée par le fait que c'est à ce

niveau que le personnel d'abattage à l'habitude de pousser les carcasses pour les mobiliser à travers le rail aérien. La contamination relativement élevée au niveau des queues pourrait s'expliquer par le fait qu'elles soient très souvent manipulées par les mains au cours leur dépouillement.

Certaines levures ont été isolées à la fois sur les carcasses, le personnel, les outils d'abattage et le bâtiment. Il s'agit de: *Candida spp 1*, *Candida spp 2*, *Geotrichum candidum* et *Trichosporon fermentans* et *Trichosporon capitatum*. Ce résultat révèle une contamination croisée entre ces différents sites.

D'autres levures n'ont pas été isolées seulement du bâtiment: *Candida albicans*, *Rhodotorula glutinis* et *Trichosporon cutaneum*. *Geotrichum candidum* a été fréquemment isolé du sol, des carcasses, chez le personnel et leurs outils. Ceci laisse penser que les échanges avec les surfaces de l'abattoir comme les murs et surtout le sol peuvent être importantes et à l'origine des contaminations.

Certaines levures ont été régulièrement et simultanément isolées des carcasses, des mains du personnel et des outils d'abattage. Il s'agit de *Candida albicans*, *Candida spp 1* (*Candida pseudotropicalis*, *Candida guilliermondii*), *Candida spp 2* (*Candida Krusei*, *Candida parapsilosis*, *Candida zeylanoides*, *Candida lusitaniae*, *Candida viswanathii*), *Torulopsis spp*, *Rhodotorula rubra*, *Rhodotorula glutinis*, *Trichosporon fermentans*, *Trichosporon cutaneum*, *Trichosporon capitatum*, *Saccharomyces sereviciae* et *Geotrichum candidum*.

Candida albicans est exclusivement endosaprophyte. Il est retrouvé dans les selles des mammifères, au niveau des muqueuses et de la peau autour des orifices naturels de l'homme et des animaux. Il en est de même pour les autres *Candida*, *Torulopsis spp* et *Geotrichum candidum*. Ces derniers sont également très répandus dans le milieu extérieur comme le sol, l'eau et les végétaux.

Rhodotorula rubra et *Rhodotorula glutinis* préfèrent les peaux glabres et humides elles sont également répandues dans le milieu extérieur (sol, air, eau et les végétaux).

Trichosporon fermentans, *Trichosporon cutaneum* et *Trichosporon capitatum* sont des saprophytes très répandus dans la nature : sol, bois, fruits, matières fécales. Ils ont également été mis en évidence sur les phanères et la peau saine des animaux et en particulier en région périnéale.

Cryptococcus neoformans est un saprophyte d'origine tellurique très répandu dans la nature. Il est aussi retrouvé sur le bois et dans les déjections de pigeons. Ces dernières peuvent être à l'origine des contaminations. En effet, la toiture des abattoirs abrite de nombreux pigeons. *Cryptococcus neoformans* a été plus isolé des murs et des sols et ne l'a été qu'une seule fois d'une carcasse. Nous pensons que les déjections desséchées des pigeons qui jonchent la charpente en bois de la salle d'abattage constituent une source permanente de contamination de l'air par *Cryptococcus neoformans* qui sédimente par la suite. Les supports fixes et permanents tels les

murs et les sols sont les plus sujets à l'accumulation par ces germes par rapport aux carcasses qui ne demeurent que momentanément dans la salle d'abattage.

De nombreux genres et espèces de levures ubiquistes, commensales et/ou potentiellement pathogènes ont été décrits et isolés à partir du bétail et principalement du cuir du tube digestif et des muqueuses. (Austwick *et al.*, 1966 ; Van Uden et Do Carmen Sousa, 1957). Nos résultats montrent, qu'en plus du milieu environnant, des carcasses, du bâtiment, du personnel et ses outils, le cuir ainsi que le tube digestif seraient d'importantes sources de contamination des carcasses et de l'environnement.

Les moisissures

Moisissures isolées à partir de l'air

Aspergillus et *Penicillium* ont été les moisissures les plus fréquemment isolées des échantillons d'air suivi de *Cladosporium* et *Mucoral*. Nos résultats correspondent à ceux obtenues par Hamdy *et al.*, (1990), Refai *et al.* (1993), Ismail *et al.* (1995) et Mansour *et al.* (1990) dans des abattoirs de bovins et camélins en Egypte, où *Aspergillus*, *Penicillium* et *Cladosporium* ont été les plus fréquemment isolées de l'air des abattoirs.

Moisissures isolées des sols:

Mucoral, *Aspergillus fumigatus* et *Penicillium* ont été les moisissures les plus fréquemment isolées dans notre étude. Nos résultats concordent avec ceux de Yassein *et al.* (1989), Ismail *et al.* (1995). Ce dernier isole aussi des moisissures tel *Mucor* et *Acremonium* à partir du sol des abattoirs.

Moisissures isolées des murs

Au cours de notre étude, *Aspergillus*, en particulier l'espèce *fumigatus*, et *Penicillium* ont été les plus fréquemment isolée des prélèvements muraux suivis de *Mucor*. Par contre, *Acremonium*, n'a été que rarement isolé. Nos résultats sont en accord avec ceux d'autres auteurs. En effet, Yassien *et al.* (1989) ; Mansour *et al.* (1990) ; Refai *et al.* (1993) et Ismail *et al.* (1995) ont fréquemment isolé *Aspergillus* et *Penicillium* des murs d'abattoirs de bétail et de camelin en Egypte. *Acremonium* a également été fréquemment isolé, alors que *Mucor* n'a pas été isolé.

Moisissures isolées des carcasses

Dans notre étude, les *Aspergillus*, en particulier l'espèce *Aspergillus niger*, ont été les plus fréquemment isolées au niveau des carcasses. *Fusarium*, *Geotrichum* et *Mucor* ont également été isolées à plusieurs reprises et dans une moindre mesure *Rhizopus*, *Acremonium* et *Penicillium*.

La plus part des moisissures que nous avons isolées sont citées comme étant les plus fréquemment retrouvées à la surface des viandes fraîches bovines comme *Mucor*, *Aspergillus* et

Geotrichum Candidum (Abukheir et Kilbertus, 1974 ; Hadlok et al, 1976 ; Hsieh et Jay, 1984 ; Jay, 2005). En effet, Yassien et al. (1989) ; Mansour et al. (1990) ; Refai et al. (1993) et Ismail et al. (1995) ont fréquemment isolé *Aspergillus niger* des carcasses de bovins dans des abattoirs en Egypte. *Acremonium*, *Penicillium* et *Cladosporium* ont été moins fréquemment isolées, par contre *Mucor* n'a pas été isolé par Ismail et al. (1995).

Selon Jay (2005), *Mucor*, *Geotrichum* et *Rhizopus* seraient des moisissures fréquemment isolées des viandes fraîches et dans une moindre mesure *Fusarium*, *Penicillium* et *Aspergillus*.

L'aérocontamination que nous avons étudiée, en exposant des boîtes de Pétri contenant de la gélose Sabouraud simple dans différents endroits de la salle d'abattage, montre que la majorité des moisissures isolées sont celles retrouvées sur les carcasses. Selon Scudamore et Livesey (1998), *Fusarium* spp serait une moisissure très abondante dans les champs et les prés.

Le genre *Mucor* que nous avons fréquemment isolé à la surface des carcasses serait, selon Hadlok et Schipper (1974), d'origine fécale.

Le cuir des animaux contaminé par les moisissures est une source de contamination de l'air.

L'occurrence la plus élevée de moisissures au cours de notre étude a été enregistrée sur les carcasses. Ceci peut s'expliquer par la nature plus ou moins gluante de la surface des carcasses fraîchement mises à nues permettant l'adsorption des particules à la surface.

L'isolement des moisissures au niveau des mains proviendrait essentiellement de la manipulation du cuir. Certaines moisissures retrouvées conjointement sur les mains du personnel d'abattage et sur les carcasses peuvent laisser penser à une contamination manu-portée.

***CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES***

Il ressort de notre étude que le niveau global de contamination bactérienne enregistré sur les carcasses bovines au niveau des abattoirs d'El Harrach est supérieur à celui enregistré dans d'autres abattoirs (tunisiens, marocains et européens) pour l'ensemble des flores bactériennes étudiées. Il semblerait aussi que les murs, le sol et l'air constitueraient des sources importantes de contamination des carcasses bovine par des levures et des moisissures et cela par l'intermédiaire du personnel et de ces outils. Les levures et les moisissures retrouvées sur les carcasses et l'environnement des abattoirs semblent concorder avec ceux rapportées par certains auteurs. Les taux de contaminations élevés que nous avons enregistrés seraient la conséquence, d'une part, de l'insuffisance des installations et des équipements au niveau du site, notamment l'absence de système de manutention mécanisé, de salle de ressuage, et d'autre part, des déficiences révélées en matière d'hygiène et fonctionnement de cet établissement. Même si le contrôle sanitaire est quotidiennement assuré par une équipe de vétérinaires inspecteurs, nos résultats montrent que le problème de la qualité microbiologique des carcasses reste posé au niveau de cet établissement.

Notre étude préliminaire a été réalisée sur un certain nombre de carcasses durant un mois. Les perspectives pour pouvoir conclure de l'état d'hygiène des abattoirs d'El Harrach sont les suivants : il faut envisager des prélèvements sur un plus grand nombre de carcasses d'animaux abattus s'étalant sur plusieurs mois qui permettra d'apprécier l'évolution des contamination superficielles au fil des saisons. De plus, il est nécessaire d'entreprendre des prélèvements superficiels à la fin de différents stades du processus d'abattage comme le dépouillement, l'éviscération et après 24 à 48 h de réfrigération.

RECOMMENDATIONS

- Etablissement d'une réglementation définissant la construction, l'équipement, le fonctionnement des abattoirs et la préparation des viandes.
- A défaut de construction d'un abattoir moderne, certains changements dans la structure de l'abattoir s'avèrent nécessaires pour limiter les contaminations superficielles, à commencer par la séparation des secteurs « propres » et des secteurs souillés de façon à instaurer une marche en avant sans croisement et sans chevauchement, en divisant le travail en postes plus ou moins spécialisés.
- Appliquer le principe de marche en avant aux opérations d'abattage, nécessite des installations électro-mécaniques tels des treuils de soulèvement, des tapis roulant et le rail aérien qui facilite le déplacement des carcasses et limite la manutention.
- Réfection des surfaces : les sols doivent être étanches et revêtus de matériaux faciles à nettoyer. Les murs devront être revêtus en matériaux lisses.
- Pratique du douchage des carcasses avant l'application du froid.
- Bannir certaines pratique, comme le rinçage du cuir des bovins juste avant le dépouillement et l'essuyage des carcasses à l'aide de chiffon ou de laine de mouton.
- Hygiène des locaux et du matériel: Instauration d'une procédure de nettoyage voire de désinfection efficace des locaux et ateliers après le travail.
- Prévoir un effort d'éducation, de formation et d'organisation en faveur de l'ensemble du personnel. Il est indispensable de responsabiliser le personnel et de lui faire comprendre le rôle important qu'il peut jouer dans l'amélioration ou l'aggravation de l'hygiène des opérations d'abattage.
- Donner plus de prérogatives aux inspecteurs vétérinaires pour l'application des règles d'hygiène.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Aboukheir S., Kilbertus G.**, 1974. Fréquence des levures dans les denrées alimentaires a base de viande. *Ann. Nutr. Aliment.* 28, 6 : 539-547.
- **Anderson, M., H. Huff, H. Naumann, R. Marshall, J. Daimare, R. Johnson, and M. Pratt.** 1987. Evaluation of swab and tissue excision methods for recovering microorganisms from washed and sanitized beef carcasses. *In: Antoine V. Optimisation de la recherche des Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC).* Thèse de doctorat. Université clude bernard – lyon 1. 318 p.
- **Angelotti R., 1968.** Prevenson of food born infections. *In : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 105 - 108.*
- **Anonyme¹.** 2006. Intoxication Alimentaire. *L'Expression Edit* 20/09/2006.
- **Anonyme².** 2006. 250 cas de listériose et de salmonellose en 3 mois. *El Watan Edit* [14 octobre 2006](#).
- **Anonyme³.** 2006. *L'hygiène des aliments peu respectée.* Un état des lieux alarmant. *El Watan Edit* 19 septembre 2006.
- **Arvieux C.**, 1998. Les toxi-infections alimentaires. *Digest*, 14 (6). 4-16.
- **Austwick, P.K.C., Pepin G.A., Thompson J.C and D. Yarrow.** 1966. *Candida albicans* and other yeasts associated with animal disease. Symposium on *Candida* Infections. Edinburgh, London: E. & S. Livingstone Ltd.
- **Ayers J.C.**, 1955. Microbiological implication in the handling, slaughtering and dressing of meat animals. *In : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 11 : 109 - 132.*
- **Barber L.E. et Deibel R.H.** 1972. Effect on pH and oxygen tension on Staphylococcal growth and enterotoxin formation in fermented sausage. *In : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 11 : 109 – 132.*
- **Barnes E.** 1979. The intestinal microflora of poltry and game birds during life and after storage. *J.appl. Bacteriol.*, 46, 3 :407-419
- **Bauer J. et al.**, 1989. Journal of Medical and Veterinary Mycology. *In: Boudra H. La contamination par les moisissures et les mycotoxines des fourrages conservés signification et prévention*
- **Bell R.G.** 1997. Distribution and sources of microbial contamination. *J. Appl. Microbiol.* 82:292-300.
- **Berends B.R., Van Knapen F., Snidjders J.M.A., Mossel D.A.A.** 1997. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella spp* on pork carcasses. *Int Journal of food microbiology.* 36 : 199 – 206.
- **Bornert G.**, 2000. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.*, 11: 1003-1010
- **Boudra H.** 2002. la contamination par les moisissures et les mycotoxines des fourrages conservés signification et prévention. *INRA Prod. Anim.* 15 : 55-56
- **Broderick E. Eribo et Jay J.M.** 1985. Incidence of Acinetobacter spp. and Other Gram-Negative, Oxidase-Negative Bacteria in Fresh and Spoiled Ground Beef Applied and environmental microbiology Vol. 49, No. 1p. 256-257.
- **Brooks, F. T. and Hansford, C. G.** 1923. Mould growth upon cold stored meat. *In : Ismail M. A., Abou Elala A.H., Nassar A. et Michail D. G., 1995. Fungal contamination of beef carcasses and the environment in a slaughterhouse. Food Microbiology, 12 : 441-445.*
- **Brown M.H. et Baired-Parker A.C.** 1982. The microbiological examination of meat. *In: Musafiri K. 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-approved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.*
- **Cartier P.** 1990. Méthodologie de contrôle de la qualité hygiénique d'un avant de bovins. *In : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Cartier P.** 1993. Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique de la carcasse des Bovins. Examen de 222 vaches de réforme. *Viandes et Prod. Carnés,* , 14 : 35-38

- **Cartier P.** 1994. Hygiène en amont de l'abattage. Evolution de la charge bactérienne et de l'état de propreté de cuirs de gros bovins de la ferme au poste de dépouille. *In* : 10^{èmes} Journées « Sciences du Muscle et Technologies des Viandes » www.ofival.fr/vpc/233/66-preface.pdf
- **Cartier P.** 1997. Le point sur de la qualité microbiologique de la viande bovine. Collection Interbev « le point sur » *In* : 10^{èmes} Journées « Sciences du Muscle et Technologies des Viandes » www.ofival.fr/vpc/233/66-preface.pdf
- **Catsaras M. et Grebot D.** 1969. Etude complémentaire sur les bactéries psychrotrophes des viandes. *Ann. Inst. Pasteur. Lille.* 20: 231-238.
- **Catsaras M.** 1973a. Conservation de la viande bovine réfrigérée. Aspect microbiologique XIX^{ème} Réunion européenne des chercheurs en viandes. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 16 : 161 - 168
- **Catsaras M.** 1973b. Les intoxications alimentaires par la viande et les produits carnés. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 105 -108
- **Catsaras M., Gulistani A.W. et Mossel D.A.A.** 1974. Contamination superficielle des carcasses de bovins et de chevaux. *Rec Vet Med.*, 150 : 287-294
- **Catteau M.** 1999. Pathogènes rencontrés lors de la conservation par le froid. *In* : la Microbiologie Préventionnelle Appliquée a la Conservation des Aliments Réfrigérés, page 333, Office des Publication Officielles des Communautés Européennes Editeur Luxembourg.
- **CEAEQ¹.** 2000. Recherche et dénombrement des coliformes totaux, méthode par filtration sur membrane. *In* : Coliformes totaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
- **CEAEQ².** 2000. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux, méthode par filtration sur membrane. *In* : Coliformes fécaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 3 p.
- **Charlebois R. et Trudel R.** 1991. Surface contamination of beef carcasses by fecal coliformes. El Hadeif S., El Groud R., Kenana H. et Bouseboua H., 2003. Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses de bovines et d'ovins. *Science et Technologie C-N° 21*, juin (2004), pp. 91-94.
- **Cheftel J. et Cheftel H.** 1976. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol 1. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 137 - 139
- **Chetti L., Poda G., Cesaroni D., Rossi L., Bucci M.** 1993. Isolation of *Aeromonas spp.* From chickens and comparison of four selectiv media. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 11 : 349-355.
- **China B., Ghafir Y., Daube G.** 2002. Estimation quantitative et qualitative par amplification génétique des bactéries présentes dans les denrées alimentaires. *Ann. Méd. Vét.*, 147, 99-109.
- **Christensen H., Soerensen RG.** 1991. Microbiological Measurements of hygiene in Danish abattoirs. *In* : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Chung K.C. et Goepfert J.M.** 1970. Growth of *Salmonella* at low pH. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 11 : 109 - 132
- **CIV (Centre d'Information des Viandes).** 1996. Valeurs nutritionnelles des viandes, Analyses réalisées par la Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire, CIV, 64 rue Taitbout, 75009 Paris.
- **Cook R.L., Hathaway S.C., Harisson J.C.L., Armitage N.H.** 1997. Microbial baseline survey of New Zealand bovine carcasses. *In* : Musafiri K. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-approved south African abattoir. *Memoir université de Pretoria.* pp: 97.
- **Cottin J. H., Bizon C., Carbonelle B.** 1985. Study of *Listeria monocytogenes* in meat taken from 415 cattle. *Sci. Aliments*, 5 : Series IV, 145-149
- **Dachy A.**, 1993. Contribution à l'étude de la contamination bacterienne superficielle des carcasses d'agneaux. *In* : El Hadeif S., El Groud R., Kenana H. et Bouseboua H., 2003. Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses de bovines et d'ovins. *Science et Technologie C-N° 21*, juin (2004), pp. 91-94.

- **Dainty R.H., Sahw B.G., De Boer K.A., et Scheeps E.S.J.** 1975. Proteines changes caused by growth on beef. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M.** 2001. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Dickson J., Anderson M.E.** 1992. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems. *In* : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Dumon B.L. et Valin C.** 1982. Bases biochimiques de l'hétérogénéité du tissu musculaire et des viandes. 6 : 77-82
- **Dumont B.L.** 1982. Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant la viande. Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160.
- **Edberg S.C., Rice E.W., Karlin R.J. et Allen M.J.** 2000. *Escherichia coli* the best biological drinking water indicator for public health protection. *In*: Coliformes totaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
- **Edel W., Guinee P.A.M., Schothorst M., Kampelmacher E.K.** 1973. *Salmonella* cycle in food with special reference to the effects of environmental factors, including feeds. *In*: Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 105 – 108.
- **Eisel, W., R. Linton, and P. Muriana.** 1997. A survey of microbial levels for incoming raw beef, environmental sources, and ground beef in a red meat processing plant. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **El Hadeff S., El Groud R., Kenana H. et Bouseboua H.** 2003. Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses de bovines et d'ovins. *Science et Technologie* C-N° 21, juin (2004), pp. 91-94.
- **Elmund G.K., Allen M.J. et Rice E.W.** 1999. Comparison of *Escherichia coli*, total coliformes and fecal coliformes population as indicators of wastewater efficiency. *In* : Coliformes fécaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 3 p.
- **Empety W.A. et Scott W.J.** 1939. Investigation of chilled beef. *In*: Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS. 353 p.
- **Emswiler, B. S., J. E. Nichols, A. W. Kotula, and D. K. Rough.** 1978. Device for microbiological sampling of meat surfaces. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Fauconneau G.**, 1997. Aspects nutritionnels de la consommation des viandes. Perspectives d'avenir, *Viandes Prod. Carnés.* 18 : 79–83
- **Favier J.C., Ireland-Ripert J., Toque C., Feinberg M.** 1995. Répertoire Général des Aliments. Tables de composition, INRA Éditions, Page : 879
- **Fedorca-Cray, P. J., Dargatz, D. A., Thomas, L. A. et Gray, J. T.** 1998. Survey of *Salmonella* serotypes in feedlot cattle. *J. Food Prot.* 61:525-530.
- **Fliss I., Simar D et Ettriki A.**, 1990. Microbiological quality of different fresh meat species in tunisians slaughterhouses ad markets, *In*: El Hadeff S., El Groud R., Kenana H. et Bouseboua H. Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses de bovines et d'ovins. *Science et Technologie* C-N° 21, juin (2004), pp. 91-94.
- **Fliss I., Simard R. E. et Ettriki A.** 1991. Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces. *In* : Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat. L'université Claude Bernard – Lyon 1. pp 318.
-
- **Forrest J.C., Aberl E.D., Hedrick H.B., Judge M.D., Merkel R.A.** 1975. *Principles of meat science.* WH Freeman and Co., San Fransisco *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160

- **Fournaud J.** 1982. Types de germes rencontrés aux différents stades de la filière viande. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 109 -132
- **Fournaud J.** 1985. Bactériologie des carcasses de bovins a l'abattoir. *Science des aliments.* 5 : 25-30
- **Fournaud J.** 1978. Filière viande, 3, 15 – 20. *in* : 10^{èmes} Journées « Sciences du Muscle et Technologies des Viandes » www.ofival.fr/vpc/233/66-preface.pdf
- **Fournaud J., Gaffino G., Rosset R. et Jacquet R.** 1978. Contamination microbienne des carcasses a l'abattoir. *Ind. Aliment. Agric.*, 95, 4 : 273-282
- **Fournaud J. et Jouve J. L.** 1990, Viande 2000. Déficit microbiologique. *Filière des viandes*, 133-141.
- **Frosbisher M. et Fuerst R.** 1976. les aliments en tant que vecteurs d'infections et d'empoisonnements ; mesures hygiéniques dans a manipulation des aliments. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 14 : 141 – 153.
- **Garry P. et Le Guern L.** 1999. Les bactéries lactiques. *In* : Bornert G. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.* 151, 11, 1003-1010.
- **Geay Y., Bauchart D., Hocquette J-F., Culioli J.** 2002. Valeur diététique et qualités sensorielles des viandes de ruminants. Incidence de l'alimentation des animaux. *INRA Prod. Anim.*, 15 : 37-52.
- **Genigeorgis C.,** 1989. Problems associated with perishable processed meats. *Fd. Technol.* Avril, 140-154.
- **Gibbons N.E.** 1957. The effect of salt concentration on the biochemical reactions of some hallophilic bacteria. *Can. J. Microbiol.* 3:249-255.
- **Gill C.,** 1979. Intrinsic bacteria in meat. *J. Appl. Bacteriol.*, 47,3 : 367 – 378
- **Gill C., Penney N. et Nottingham P.** 1978. Tissu sterility in eviscerated carcasses *Appl. Environ. Microbiol.*, 36,2 : 356 – 359
- **Gill C., Penney N.** 1979. Survival Bacteria in carcasse. *Appl. Environ. Microbiol.* 37,4 : 667 – 669.
- **Gill C. O.** 1998. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. *In* : *The Microbiology of Meat and Poultry*, A. Davies and R. Board, Eds. pp. 118-157. Blackie Academic & Professional, London
- **Gill C. O. et Jones T.** 2000. Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Gill C.O., Jones T., Bryant J. et Brereton D.A.** 2000. The microbiological conditions of six species after dressing at a small abattoir. *In*: Musafiri K. 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.
- **Gounot A.M.** 1991. Bacterial life at low temperature ; physiological aspects and biotechnological implications. *In* : Bornert G. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.* 151, 11, 1003-1010.
- **Guiraud J.P.** 1998. Microbiologie Alimentaire. *Tech et Ingé.* Série Agroalimentaire, Edit DUNOD. Paris. pp : 652.
- **Gustavson P. et Borch E.** 1993. Contamination of carcasses by psychrophilic *Pseudomonas* and Enterobacteriaceae at differents stages along the processing line. *International journal of food microbiology.* 20: 76-83
- **Hadlock R., Schipper M.** 1974. Schimmelplice und Fleisch : Reithe Mucorales. *Die Fleishwirtschaft.* 54, 11 : 1796-1800.
- **Hall H. et Angelotti R.** 1965. *Clostridium perfringens* in meat and meat products. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 13 :137 – 139
- **Hambraeus, A., J. Hoborn, and W. Whyte.** 1990. Skin sampling-validation of a padmethod and comparison with commonly used methods. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Hamdy M., Yassien N. and Mansour N.** 1990. Mycological investigations of air in camel and cattle slaughter halls. *Fleischwirtsch* 70, 429-430.
- **Hancock, D. D., Rice, D. H., Thomas, L. A., Dargatz, D. A. et Besser, T. E.** 1997. Epidemiology of *Escherichia coli* O157 in feedlot cattle. *J. Food Prot.* 60:462-465

- **Hangard-Viaud N., Nicolas J.A., Boisgiraud C., Cornuejols M.J.** 1989. Recherche des listeria chez les poissons d'eau douce. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 7 : 421-423.
- **Hinton M.H., Hudson W.R. et Med G.C.**, 1998. The bacteriological quality of british beef carcasses sampled prior to chilling. *In*: El Hadeif S., El Groud R., Kenana H. et Bouseboua H., Appréciation de l'hygiène globale de l'abattoir de Constantine par l'évaluation de la contamination superficielle des carcasses de bovines et d'ovins. *Science et Technologie C-N° 21*, juin (2004), pp. 91-94.
- **Hobbs B.** 1974. Microbiological hazards of meet production. *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 105 - 108
- **Hobbs B.C.** 1962. Stapylococal and *Clostridium welchii* food poisoninig. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 105 - 108
- **Houdiniere A. et Perron P.** 1958. Les virus et bactéries pathogènes transmis a l'homme par la viande. *Aliment. Vie.* 46(4,5,6) : 86-119.
- **Hsieh D.Y. et Jay J.M.** 1984. Characterization and identification of yeasts from fresh and spoiled ground beef. *In* : *Modern food Microbiology – Seventh edition. Food sciences text series.* 790 pages. 4 : 63 – 95.
- **Hudson W.B., Mead G.C. et Hinton M.H.**, 1996. Relevance of abattoir hygiene assesement to microbial of British beef carcasses. *In*: Musafiri K. 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. *Memoir université de Pretoria.* pp: 97.
- **Ingham S.C., Moody M.W.** 1990. Enumeration of aérobic plat count and *E.coli* during blue crab processing by standard methode, Petrifilm and Redigel. *Journal of food protection*, 53 (5) : 425-428
- **Ingram M.** 1948. Fatigue musculaire, pH, et prolifération bactérienne dans la viande. *Ann. Inst. Pasteur.* 75 : 139- 146.
- **Ingram M. et Roberts T.A.** 1976. The microbiology of the red meat carcass and slaughterhouse. *In* : The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. *Memoir université de Pretoria.* pp: 97.
- **Ingram M. et Dainty R.M.** 1971. Changes caused by microbes in spoilage of meats. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 15 :155 – 160.
- **International commission for Microbiology Specification of food (ICMSF)** 1980. Microbial Ecology of Food, Volume 2, Food Commodities. *In*: Musafiri K. 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. *Memoir université de Pretoria.* pp: 97.
- **Ismail M. A., Abou Elala A. H., Nassar A. and Michail D. G.** 1995. Fungal contamination of beef carcasses and the environment in a slaughterhouse. *Food Microbiology*, 12:441-445
- **Jacquet B.** 1968. Hygiène en charcuterie et dan l'industrie de la viande. *Centre technique de la salaison, de la charcuterie et des conserves de viande*, 1 : 87. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 14 : 141 - 153
- **Jacquet B.** 1975. Quelque problèmes hygiéniques posés par les viandes. I. Bactériologie. *Ind. Aliment. Agric.* 92 : 1095-1100
- **Jacquet B.** 1984. Prophylaxie de la contamination microbienne. *In* : *les viandes hygiène et technologie.* 291 pages.
- **Jansen L.B.** 1952. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Jay M.J.** 1970¹. Food poisoning caused by gram positive cocci. *In* : *Modrne food microbiology*
- **Jay M.J.** 1970². Food poisoning caused by gram positive spore-forming bacteria. *In* : *Modrne food microbiology*
- **Jay M.J.** 1970³. Food poisoning caused by gram negative bacteria. *In* : *Modrne food microbiology*
- **Jay J.M.** 1972. Mechanisme and detection of microbial spoilage in meats at low temperatures. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Jay J.M. et Shelef L.A.**, 1978. Microbial modification in rew and processed meats and poultry at low temperatures. *In* : *Hygiène et technologie de la viande fraîche* : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Jay J.M.** 1992. *Modern food microbiology.* SHAPMAN and HALL New-York
- **Jay M.J., Loessner J.M., Golden D.A.** 2005. *Modern food microbiology – Seventh edition. Food sciences text series.* 4 : 63-99.

- **Jensen L.B.** 1954. The microbiology of meat. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 12 :133 – 136
- **Jericho K. W. F., Ho J., and Kozub G. C.** 2000. Aerobiology of a high-line speed cattle abattoir. *J. Food. Prot.* 63:1523-1528
- **Jouve J. L.** 1990, Microbiologie alimentaire et filière des viandes. *Viandes et Prod. Carnés*, 11, 207-213
- **Kang Y.J., Frank J.F.** 1989. Biological aerosols a review of airoborn contamination and its measurements in dairy plants. *Journal of food protect.* 52 : 512-524.
- **Karib H., Bazri L., Yanguela J., Blanco D., Herrera A.** 1994. Appréciation de l'hygiène des abattoirs, par l'analyse bactériologique des carcasses bovines. *In* : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274..
- **Khalifa A.H.**, 1986. Origine des contaminations superficielles des carcasses de bovins à l'abattoir. Technique de prélèvements. Thèse de Maîtrise en science vétérinaire, Ecole Nationale d'Alfort, 56 p.
- **Kitchell A.G.** 1972. L'influence de la réfrigération sur la microbiologie de la viande. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 13 : 137 - 139.
- **Kitchell, A. G., Ingram G. C. et Hudson W. R.** 1973. Microbial sampling in abattoirs. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université Claude Bernard – Lyon 1. 318 p.
- **Kitchell A.G.** 1962. Microcci and coagulase negative staphylococci incured meats and poltry products. . *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Korsak N., Clinquart A., Daube G.** 2004. *Salmonella spp.* Dans les denrées alimentaires d'origine animale : un réel problème de santé publique ?. *Ann. Méd. Vét.*, 148, 174-193
- **Labie C.**, 1974. Maladie infectieuses et parasitaires transmissibles a l'homme par les viandes et le lait. *Ind. Aliment. Agric.* 4 : 323 – 332
- **Larpent, J.P.** 1997. Mémento technique de la microbiologie. Ed. Tec. Et Doc Lavoisier, 1997
- **Lasta J. A., Fornoug R.** 1988. Significance of sample taken for bacterial counts from reduced areas of bovine carcasses. *In* : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Lasta J. A., Rodriguez R., Zanelli M. C.** 1992. Bacterial count from bovine as an indicator of hygiene at slaughtering places . A proposal for sampling *In* : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachioui M. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Laval A. Fournaud F. Cartier P.** 1997. Salmonellose et filière viande bovine. *In* : 10^{èmes} Journées « Sciences du Muscle et Technologies des Viandes » www.ofival.fr/vpc/233/66-preface.pdf.
- **Lazarus, C. R., A. Abu-Bakar, R. L. West, and J. L. Oblinger.** 1977. Comparison of microbial counts on beef carcasses by using the moist-swab contact method and secondary tissue removal technique. *In*: Antoine V. Optimisation de la recherche des Escherichia coli producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Le Bars J., Escoula G.**, 1974. Champignons contaminant les fourrages. Aspects toxicologiques. *In* : Yiannikouris A. et Jouany J-P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Prod. Anim.*, 15 (1), 3-16.
- **Le Bars J.**, 1976. Mycoflore des fourrages secs : croissance et développement des espèces selon les conditions hydrothermiques de conservation. *In* : Yiannikouris A. et Jouany J-P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Prod. Anim.*, 15 (1), 3-16.
- **Lechowich R.V.** 1971., Microbiology of meat. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160
- **Leclerc H., Buttiaux R., Guillaume J., et Wattre P.** 1977. *In* : Microbiologie Appliquée. DOIN édit, 228 p.

- **Leistner L. et Rödel W.** 1976. Inhibition of Micro-organisms in food by water activity. *Society for applied Bacteriology Symposium series*. 5 : 219 – 237. *In* : Hygiène et Technologie de la viande fraîche, page : 132
- **Le Touze J. C., Vendevre J. L., Rozier J.** 1985. Méthode d'évaluation de la qualité microbiologique des produits de la découpe primaire du porc. *Viandes et Prod. Carnés*, **6**, 236-244
- **Libby J.** 1975. Meat hygien 4 th Ed., *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 105 - 108
- **Lillard H.** 1971. Occurrence of *Clostridium perfringens* in broiler processing and further processing operation. *in*: Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 141 - 153
- **Lowry P.D., Gill C.O.** 1984. Temperature and water activiry minima for growth of spoilage moulds from meat. *In* : Modern food Microbiology – Seventh edition, *Food sciences text series*. 790 pages. 4 : 63 – 95.
- **Mac Meekin T.A., Patterson J.T.** 1975. Characterization of hydrogen sulfit producing bacteria in meat en poltry plans. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 15 :155 – 160.
- **Mansour, N., Hamdy, M., Yassien, N. and Refai, M.** 1990. Dematiaceous Hyphomycetes in slaughtered camels, cattle and surroundings at Cairo abattoir. *In* : M. A. Ismail ., A.-H. Abou Elala2, A. Nassar z and D. G. MichaiP, Fungal contamination of beef carcasses and the environment in a slaughterhouse. *Food Microbiology*, 12,441-445
- **Mead P.S., Slutsker L., Dietz F., et al.** 1999. Food-related illness and death in the United States. *In* : Farm Visits and Undercooked Hamburgers as Major Risk Factors for Sporadic Escherichia coli O157:H7 Infection: Data from a Case-Control Study in 5 FoodNet Sites – United States, 2004. [En ligne] (15/01/2007).
- **Morisetti M.** 1971. Public health aspect of food processing. *Process Biochimistry*. 6, 6 : 21-28
- **Mossel D.A.A., Menjerink W.H.J. et Scholt H.G.** 1962. Use for a modified MacConkey agar for the selective growth and enumeration of enterobacteriaceae. *Journal of Applied Microbiology*. 84: 381
- **Mouton B.** 1973. Le « *Bacillus cereus* », son rôle dans les intoxications alimentaires. Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 141 - 153
- **Mulcock A.P.** 1965. Microbial contamination of chilled beef. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 11 : 109 - 132
- **Murray KA, Gilmour A, Madden RH.** Microbiological quality of chilled beef carcasses in Northern Ireland: a baseline survey.
- **Newel G.** 1973. Food Safety – The contaminants. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 14 : 141 - 153
- **Newton K., Harrison J., Smith K.** 1977. Coliformes from hides and meat. *Applied and environmental microbiology*, 33, 1 : 199-200
- **Newton K., Harrison J., Wauters A.** 1978. Sources of psychrotrophic bacteria on meat at the abattoir. *J.appl. Bacteriol.*, 45, 1 :75-82
- **Nortje G.L., Nel L., Jordaan E., Badenhorst K., Goedhart E., Holzafel WH.** 1990a. The aérobic psychotrophic population on meat and meat contact surface in a meat production system and on meat stored at chill temperature. *In* : Rapide estimation of spoilage bactériel load in aerobically stored meat by aquantitative polymerase chain reaction. *Journal of applied microbiology* 1997, 82 : 359-364
- **Nortje G.L., Nel L., Jordaan E., Badenhorst K., Goedhart G., Holzafel W.H., Grimbeek R.J.** 1990b. A quantitative survey of meat production chain to determine microbial profile of the final product. *Journal of Food Protection*. 53: 511-517.
- **Nortje G.L. et Naude R.T.** 1981. Microbiology of meat carcasse surface. *Journal of food protection*. 44: 355-358.
- **Notermans S., Van Leusden F.M. et Van Schothorst M.** 1977. Suitability of different bacterial group for determining faecal contamination during post scalding stages in the processing of broiler chickens. *In*: Musafiri K. 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-approved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.

- **Nottingham P.M, Penney N., Harrison J.C.L.** 1974. Microbiology of beef processing. *In*: Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. *Journal of Applied Microbiology*, 82, 292-300.
- **OIE**, octobre 2002. Code international de santé animale (chapitre sur le transport) ; rapport du groupe de travail de l'OIE sur le bien être des animaux.
- **Ouali A. et Talmant A.** 1990. Calpains and Calpastatin Distribution in Bovine, Porcine and Ovine Skeletal Muscles. *Meat Science*. 28 : 331-348
- **Ouali A.** 1990. Meat tenderization: possible causes and mechanisms. A review. *Journal of muscle foods*, 1 : 129-165
- **Pelhate J.**, 1987. La microbiologie des foins. *In* : Yiannikouris A. et Jouany J-P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. INRA Prod. Anim., 15 (1), 3-16
- **Peterson A.C., Black J.J., Gunderson M.F.** 1964. Staphylococci in competition; III. Influence of pH and salt on staphylococcal growth in mixed population. *Appl. Microbiol.*, 12: 70-76.
- **Patterson.** 1966. Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS., 352 p.
- **Rahkio, T.M., Korkeala, H.J.,** 1997. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *J. Food Prot.* 60, 38–42.
- **Refai, M., Mansour, N., EI-Naggar, A. and Abdel- Aziz, A.** 1993. Fungal flora in modern Egyptian abattoirs. *In* : M. A. Ismail ., A.-H. Abou Elala2, A. Nassar z and D. G. MichaiP, Fungal contamination of beef carcasses and the environment in a slaughterhouse. *Food Microbiology*, 12,441-445
- **Ramisse J., Manet G., Pellerin J., Poudelet E., Stainer F.** 1990. Biotypes de *Yersinia* retrouvés dans les produits alimentaires des prélèvements, biologiques et des eaux *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 8 :233-238
- **Reinheimer J.A., Demkow M.R., Candiotti M.C., Viale L.R., Bargana M.L., Tessi M.A.** 1988. Psychotropic microflora of eviscerated chicken carcasse. . *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 6 : 233-238
- **Robert T.A.** 1980. Contamination of meat. The effectes of slaughter ractices on the bacteriology of red meat carcasses. *Royal Society Health journal.* 100 :3-9
- **Robert T.A., Hudson W.R. et Whelehan O.P.** 1984. Number and distribution of bacteria on some beef carcasses at selected abattoirs in some member states of the European communities. *In* : Karama M. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-approved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.
- **Robertson W.** 1995. Utilité et indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. *In* : Coliformes totaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
- **Rossemore K., Johnson P., Kovach C.** 1988. The significance of aerial microbiota on the quality of dairy products. *Dairy food sanit.* 8 : 269.
- **Rosset R.** 1974 : Problèmes microbiologiques concernant le traitement des viandes par réfrigération et congélation. *In* : Bornert G. Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.*, 151, 11, 1003-1010.
- **Rosset R., Liget P.** 1978. Quelques problèmes dans la filière viandes I.A.A N°4. *In* : Bouacha R.. Contribution à la mise en place d'un système HACCP pour l'assurance de la qualité de la viande fraîche. 97 pages
- **Rosset R.** 1988. Les viandes, hygiène – technologie. 97, 132 : 133-137
- **Rosset R.** 1982a. Etat des animaux avant abattage. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du CNRS
- **Rosset R.** 1982b. Conséquences hygiéniques des flores microbiennes contaminant les viandes. – Les intoxications alimentaires. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche ». Edition du CNRS. 14 : 141 – 153
- **Rosset R. et Liger R.** 1982. Nature des porteurs de germes. *In* : Hygiène et technologie de la viande fraîche. Edition du CNRS

- **Scudamore K.A., Livesey C.T.**, 1998. Occurrence and significance of mycotoxins in forage crops and silage. *In: Yiannikouris A., Jouany J-P.* Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. INRA Prod. Anim., 15 (1), 3-16.
- **Sionneaux O.** 1993. la contamination microbienne superficielle des carcasses de bovins. Thèse de doctorat vétérinaire, ENV Alfort, 124 pages.
- **Selgas, D., M. L. Martin, C. Pin, and C. Casas.** 1993. Attachment of bacteria to meat surfaces. *In: Antoine V.* Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Selmer – Olsen A.** 1985. Guidelines for bacterial counts on carcasses at Cato Ridge abattoir. *In : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachoui M.* Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Simonsen B.** 1989. Microbiological criteras for poultry product. *In: Musafiri K.* 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.
- **Smith F.C., Adams J.C., Field R.A.** 1975. Prédominant psychrotrophic bacteria on fresh and aged ground beef and antilope. *J. Milk Food. Technol.* 38: 516-517
- **Sofos J. N. et Smith G. C.** 1998. Evaluation of various treatments to reduce contamination on carcass tissue. *In : Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology, August 30-September 4.* Published by Institute for Food and Agricultural Research and Technology (IRTA) and Eurocarne in collaboration with National Institute for Agricultural and Food Research and Technology (INIA), Barcelona, Spain. pp. 316-317
- **Sofos J.N., Kochevar S.L., Bellinger G.R., Buege D.R., Hancock D.D., Ingham S.C., Morgan J.B., Reagan J.O., et Smith G.C.** 1999. Sources and extente of microbial contamination of beef carcasses in seven United States slaughtering plants. *In : The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir.* Memoir université de Pretoria. pp: 97.
- **Stokes J.L.**, 1962. Recent Progress in Microbiology, university Toronto Press. *In : Microbiologie Appliquée.* DOIN édit, 1977. 228 p.
- **Stolle F.A.** 1988. Establishing microbiological surveillance programme at slaughterlines- A new Concept of meat hygiene. *Meat Sci.* *In : Dennaï N., Kharrati B., EL Yachoui M.* Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Ann. Méd. Vét.*, 145 : 270-274.
- **Tompkin R.B.** 1983. Indicators organismes in meat and poultry products. *In: Musafiri K.* 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97.
- **Vanderlinde P.B., Shay B et Murry J.** 1998. Microbial quality of Australian beef carcasse meat and frozen bulk packed beef. *In: Musafiri K.* 2005. The microbial quality of oaustrich carcasses produced at an export-aproved south African abattoir. Memoir université de Pretoria. pp: 97..
- **Van Uden and Do Carmen Sousa.** 1957. Yeasts from the bovine caecum. *J. gen. Microbiol.* 16: 385,
- **Walker H.W.**, 1975. food borne illness frome *Clostridium perfringens*. *In : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS.*, 141 – 153.
- **Ware, L. M., M. L. Kain, J. N. Sofos, K. E. Belk, and G. C. Smith.** 1999. Comparison of sponging and excising as sampling procedures for microbiological analysis of fresh beef-carcass tissue. *In: Antoine V.* Optimisation de la recherche des *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC). Thèse de doctorat. Université claudes bernard – lyon 1. 318 p.
- **Weiser H.**, 1971. Food poisoning. *In : Hygiène et technologie de la viande fraîche : Edition du CNRS.*, 14 : 141 - 153
- **Wilson, S.C., J. Morrow-Tesch, D. C. Straus, J. D. Cooley, W. C. Wong, F. M. Mitlöhner, J. J. McGlone.** 2002. Airborne microbial flora in a cattle feedlot. *Appl. Environ. Microbiol.* 68:3238-3242.
- **Yassien, N., Mansour, .N., EL-Daly,-E. and Darwish, A.** 1989. Contamination of slaughtered camels, cattle and their surroundings with mould in urban abattoir. *In : M. A. Ismail ., A.-H. Abou Elala2, A. Nassar z and D. G. MichaiP,* Fungal contamination of beef carcasses and the environment in a slaughterhouse. *Food Microbiology*, 12,441-445

Références bibliographiques

- **Zimmermann E., Nikodemusez I.**, 1981. Importance of aerobic spor forming bacili in routine demonstration of microorganisms. *Zentralbl bakteriol mikrobiol hygabt*, 173 (3-4) : 204-206.
- **Zmirou D. Ferley J.P., Collin J.F., Charrel M. et Berlin J.** 1987. A follow-up study of gastrointestinal diseases related to bacteriologically substandard drinking water. *In* : Coliformes fécaux, Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 3 p.

ANNEXES

Composition des milieux de culture

Tryptone sel :

- Peptone de caséine Trypsique :15 g/l
- Chlorure de sodium :5 g/l
- Eau déminéralisée :1000 ml

Plat Cont Agar (P.C.A)

- Peptone de caséine :5,0 g/l
- Extrait de levure :2,5 g/l
- Glucose:1,0 g/l
- Agar-agar:14,0 g/l
- Eau déminéralisée :1000 ml

pH = 7,0 ± 0,2

Gélose glucosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile (V.R.B.G)

- Peptone de viande :7,0 g/l
- Extrait de levure :3,0 g/l
- Glucose :10,0 g/l
- Chlorure de sodium :5,0 g/l
- Agar-agar :13,0 g/l
- Eau déminéralisée :1000 ml
- Mélange de sels biliaires :1,5 g/l
- Violet cristal :0,002 g/l
- Rouge neutre :0,03 g/l

pH : 7,4 ± 0,2

Gélose lactosée au cristal violet, au rouge neutre et à la bile (V.R.B.L)

- Peptone de viande :7,0 g/l
- Extrait de levure :3,0 g/l
- Lactose :10,0 g/l
- Chlorure de sodium :5,0 g/l
- Agar-agar :13,0 g/l
- Eau déminéralisée :1000 ml
- Mélange de sels biliaires :1,5 g/l
- Violet cristal :0,002 g/l
- Rouge neutre :0,03 g/l

pH : 7,4 ± 0,2

Milieu gélosé à la crème de riz (R.A.T.)

- Crème de Riz :10 g/l
- Tween 80 :10 ml/l
- Agar-agar :10 g/l
- Eau déminéralisée :1000 ml

Milieu de Sabouraud

-
- Peptone de viande :5,0 g/l
 - Peptone de caséine :5,0 g/l
 - Glucose :20,0 g/l
 - Agar-agar :17,0 g/l
 - Eau déminéralisée :1000 ml
- pH = 5.6 ± 0,2

Milieu de Sabouraud chloramphénicol :

- Peptone de viande :5,0 g/l
 - Peptone de caséine :5,0 g/l
 - Glucose :20,0 g/l
 - Chloramphénicol :0.5 g/l
 - Agar-agar :17,0 g/l
 - Eau déminéralisée :1000 ml
- pH = 5.6 ± 0,2

Milieu de Sabourauda l'Actidione :

- Peptone de viande :5,0 g/l
 - Peptone de caséine :5,0 g/l
 - Glucose :20,0 g/l
 - Actidione :0.5 g/l
 - Agar-agar :17,0 g/l
 - Eau déminéralisée :1000 ml
- pH = 5.6 ± 0,2

Urée-Tryptophane (Urée-Indol) :

- Urée : 2 g
 - L- Tryptophane:0.3 g
 - Ethanol à 95% :1 ml
 - Rouge de phénol :2.5 mg
 - Chlorur de sodium:0.5 g
 - Déshydrogenophosphate de potassium :0.1g
 - Hydrogenophosphate de potassium :0.1g
- pH = 7

Tableau : distribution dans la nature des levures filamenteuses du genre *Candida*. (Diagnostics Pasteur)

Genre et espèce	Ecologie - vie saprophytique	
	Nature	Etat saprophytique chez l'homme (H) ou l'animal (A)
<i>Candida albicans</i>	0 si présence contamination d'origine humaine ou animale	- Muqueuse - Absence sur peau normale (sauf autour des orifices Oral et anal) Bouche : 20 % Selles : 25 % Vagin : 10 % Expectoration : 15 % (H) (A)
<i>Candida tropicalis</i>	- Sol, eau - végétaux - Produits laitiers	- Muqueuses Bouche : 8-10 % Selles : 10 % Vagin : 2 % Expectoration : 10 % - Peau (H) (A)
<i>Candida parapsilosis</i> (= <i>candida parakrusei</i>)	- Eau - végétaux	- Muqueuses - Peau (H) (A)
<i>Candida krusei</i>	- Sol, eau - végétaux - Produits laitiers - Produits de fermentation	- Muqueuses - Peau – Ongles (H) (A)
<i>Candida pseudotropicalis</i>	- végétaux - Produits laitiers	- Muqueuses respiratoire - Peau (rare) (H) (A)
<i>Candida guilliermondi</i>	- Sol, eau (rare) - végétaux - Produits laitiers	- Muqueuses - Peau - Selles (H) (A)
<i>Candida lusitaniae</i> (= <i>clavispora lusitaniae</i>)	- Eau - végétaux - Produits laitiers	- Peau (H)
<i>Candida zeylanoides</i>	- Eau de mer	- Peau, muqueuses - Expectoration (H)
<i>Candida viswanathii</i>		- Vagin (H)

Tableau : distribution dans la nature des levures du genre *Cryptococcus*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Pytirosporium* (Diagnostics Pasteur)

Genre et espèce	Ecologie – vie saprophytique	
	Nature	Etat saprophytique chez l'homme (H) ou l'animal (A)
<i>Cryptococcus nepformans</i> Serotypes A et D	- Sol - Fientes de pigeon - Végétaux (fruits) - Produits laitiers	0
<i>Cryptococcus nepformans</i> Serotypes B et C	?	
<i>Cryptococcus albidus</i>	- Air - eau - Végétaux (fruits) - Produits de fermentation	- Muqueuses respiratoires - Peau - ongles (H) (A)
<i>Cryptococcus laurentii</i>	- Sol, eau, air - végétaux - céréales	- Muqueuses respiratoires
<i>Torulopsis glabra</i>	- Sol, Eau (rare) - végétaux	- Muqueuses (vagin, Bouche) - Selles - Urines (H) (A)
<i>Torulopsis candida</i>	- Air - végétaux	- Peau - Tube digestif (H)
<i>Torulopsis dattila</i>	- Sol - végétaux (fruits)	- Tube digestif (H)
<i>Torulopsis globosa</i>	- Sirop de fruits - Produits laitiers	- téguments (H)
<i>Torulopsis haemulonii</i>	- Eau de mer	- Téguments - Tube digestif (H) (A)
<i>Torulopsis pulcherrima</i>	- Eau - Végétaux	- Insectes
<i>Rhodotorula glutinis</i>	- Sol, Eau, Air - Végétaux - Produits laitiers - Matières plastiques - Caoutchouc	- Peau humides (H) (H) (A)
<i>Rhodotorula rubra</i>	- Sol, Eau de mer - Végétaux - Tabac, bière - Matières plastiques - Caoutchouc	- Peau humides (H) (H) (A)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	- Végétaux - Produits laitiers - Produits de fermentation	- Peau - Expectoration - Vagin - Tube digestif

Tableau : distribution dans la nature des levures filamenteuses du genre *Trichosporon*, et des champignons filamenteux du genre *Geotrichum* (Diagnostics Pasteur)

Genre et espèce	Ecologie – vie saprophytique	
	Nature	Etat saprophytique chez l'homme (H) ou l'animal (A)
<i>Trichosporon cutaneum</i>	- Sol, Eau (fréquents) - Végétaux - Sciure de bois	- Peau, cheveux (occasionnel) - Muqueuses (H) (A)
<i>Trichosporon capitatum</i>	- Bois	- Peau, cheveux - Expectoration - Urines - Selles
<i>Trichosporon fermantum</i>	- Bois	- Expectoration
<i>Geotrichum candidum</i>	- Végétaux - Produits laitiers	- Peau - Muqueuses (H) (A)

Tableau : Caractères d'identification des levures d'intérêt médical.

LEVURES D'INTERET MEDICAL	croissance à 37°C	RAT 25 - 30°C		GALERIE LEVURES		
		pseudomycélium	mycélium	Germination sérum	uréase	Sensibilité actidione
<i>Candida albicans</i>	+	+	+	+	-	R
<i>Candida tropicalis</i>	+	+	+	-	-	S
<i>Candida pseudotropicalis</i>	+	+	-	-	-	R
<i>Candida krusei</i>	+	+	-	-	-	S
<i>Candida parapsilosis</i>	+	+	-	-	-	S
<i>Candida guilliermondi</i>	+	- (+)	-	-	-	R
<i>Candida zeylanoides</i>	- (+)	+	-	-	-	S
<i>Candida lusitanae</i>	+	+	-	-	-	S
<i>Candida viswanathii</i>	+	+	V	-	-	S
<i>Cryptococcus neoformans</i>	+	-	-	-	+ (4h)	S
<i>Cryptococcus albidus</i>	- (+)	-	-	-	+ (24h)	S
<i>Cryptococcus laurentii</i>	V	-	-	-	+ (24h)	S
<i>Cryptococcus terreus</i>	-	-	-	-	+ (24h)	S
<i>Rhodotorula glutinis</i>	V	-	-	-	+	V
<i>Rhodotorula rubra</i>	V	-	-	-	+ (24h)	V
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	V	V	-	-	-	S
<i>Torulopsis glabrata</i>	+	-	-	-	-	S
<i>Torulopsis candida</i>	+	-	-	-	-	S
<i>Torulosis dattila</i>	+	-	-	-	-	S
<i>Torulosis globosa</i>	V	-	-	-	-	S
<i>Torulosis haemulonii</i>	+	-	-	-	-	S
<i>Torulosis pulchemima</i>	V	-	-	-	-	S
<i>Trichosporon cutaneum</i>	+	+	+	-	+ (-)	V
<i>Trichosporon capitatum</i> = <i>Geotrichum capitatum</i>	+	+	+	-	+ (-)	R
<i>Trichosporon fermentans</i> = <i>Geotrichum fermentans</i>	V	-	+	-	-	R
<i>Geotrichum candidum</i>	V	-	+	-	-	R

V = caractère variable

- = caractère négatif

+ = caractère positif