
EVALUATION DE L'HYGIENE SUR UNE CHAINE D'ABATTAGE BOVIN A L'AIDE D'EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DE SURFACE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2004
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Frédéric, Marc VALLOTTON

Né, le 28 septembre 1978 à MARSEILLE (Bouches-du-Rhône)

Directeur de thèse : Madame le Professeur Geneviève BENARD

JURY

PRESIDENT :
M. Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
Mme Geneviève BENARD
M. Michel FRANCO

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



EVALUATION DE L'HYGIENE SUR UNE CHAINE D'ABATTAGE BOVIN A L'AIDE D'EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DE SURFACE

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2004
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Frédéric, Marc VALLOTTON

Né, le 28 septembre 1978 à MARSEILLE (Bouches-du-Rhône)

Directeur de thèse : Madame le Professeur Geneviève BENARD

JURY

PRESIDENT :
M. Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
Mme Geneviève BENARD
M. Michel FRANCO

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE



MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	P. DESNOYERS
Directeurs honoraires.....	: M.	R. FLORIO
	M.	J. FERNEY
	M.	G. VAN HAVERBEKE
Professeurs honoraires.....	: M.	A. BRIZARD
	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	D. GRIESS
	M.	J. CHANTAL
	M.	J.-F. GUELF

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **ECKHOUTTE Michel**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **MILON Alain**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SCHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2[°] CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie -Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

PROFESSEUR ASSOCIE

- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mme **BOUCRAUT-BARALON Corine**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BOUSQUET-MELOU Alain**, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme **BRET-BENNIS Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
Mme **CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme **COLLARD-MEYNAUD Patricia**, *Pathologie chirurgicale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **DUCOS Alain**, *Zootechne*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **FOUCRAS Gilles**, *Pathologie du bétail*
Mme **GAYRARD-TROY Véronique**, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Productions animales*
Mme **HAGEN-PICARD Nicole**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **JACQUIET Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAREDA Marc**, *Pathologie de la reproduction*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
Mme **MESSUD-PETIT Frédérique**, *Pathologie infectieuse*
M. **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants*
M. **MONNEREAU Laurent**, *Anatomie, Embryologie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **RAYMOND-LETRON Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **SANS Pierre**, *Productions animales*
Mlle **TRUMEL Catherine**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. **VALARCHER Jean-François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRE DE CONFERENCES CONTRACTUELS

M. **CASSARD Hervé**, *Pathologie du bétail*
N. **DESMAIZIERES Louis-Marie**, *Clinique équine*
M. **LEON Olivier**, *Elevage et santé en productions avicoles et porcines*

MAÎTRE DE CONFERENCES ASSOCIE

M. **REYNOLDS Brice**, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
Mme **MEYNADIER-TROEGELER Annabelle**, *Alimentation*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

A Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON

Professeur de l'université Paul Sabatier de Toulouse

Physiologie et hématologie.

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommage respectueux

A Madame le Professeur Geneviève BENARD,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale.

Qui nous a aidé et guidé tout au long de notre travail.

Qu'elle trouve ici l'expression de toute notre reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Michel Franc,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Parasitologie et maladies parasitaires.

Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse.

Sincères remerciements.

A mes parents,

Pour votre inébranlable soutien et surtout pour l'amour que vous me portez, je tenais à vous remercier du fond du cœur.

A mon frère Thomas,

Mon petit Thomassou, pour toutes nos chamailleries aussi bien que pour tous les moments de complicité que nous avons partagés et partagerons, reçoit ici toute mon affection.

A mes grands-parents, papy et mamie Lala, papy et mamie Loup, et mamie Mutti,

Vous êtes tous pour moi des grands-parents fantastiques et je tenais à vous remercier pour votre gentillesse et votre soutien.

A toute ma famille,

Un grand merci à tous le monde, et j'espère que les tracas des uns et des autres s'arrangeront avec le temps...

A mon filleul Ugo,

Reçois ici l'expression de toute mon affection.

A mes amis, les non vétos : Jérôme B et Family, Jérôme D, Patrick ;
et les vétos : Alice, Anne Laure et Nicolas, Arnaud, Audrey, Aurélie, Bonheur, Canarette, Cédric, Dave, Evie, Jean Philippe, Julien, Peter, Sandrine et Vincent, Sébastien et Marion, et tous les autres....Pour tous nos excellents souvenirs et surtout pour tous les bons moments à venir.

A Marion,

Une petite pensée à mon Klegou et mon Gluglu.

Remerciements particuliers :

A Madame le Professeur BENARD Geneviève,
Pour votre aide précieuse quant à la réalisation de ce travail et pour votre gentillesse.
Veuillez accepter l'expression de toute ma gratitude et de mon profond respect.

Au Docteur CAMILLI Daniel,
Pour son aide et ses conseils avisés.
Recevez ici l'expression de mes meilleurs sentiments.

A Alain,
Pour votre gentillesse et pour votre aide pour les manipulations de laboratoire.
Recevez ici l'expression de toute ma gratitude.

A l'abattoir et à son personnel,
Pour nous avoir reçu et permis de réaliser nos prélèvements dans les meilleures conditions possibles.

A Jean Philippe,
Pour m'avoir aidé pour les prélèvements sur les carcasses, pour ta bonne humeur et surtout ton amitié.

TABLE DES MATIERES

Introduction -----	15
I) Partie bibliographique -----	17
I.1) Sources de contamination bactérienne des surfaces des carcasses dans les abattoirs-----	17
I.11) Matières premières-----	17
I.12) Matériel-----	18
I.13) Milieu-----	19
I.14) Méthodes-----	19
I.15) Main d'œuvre-----	19
I.2) Méthodes de lutte-----	20
I.21) Mesures préventives-----	21
I.211) Matières premières-----	21
I.212) Matériel-----	21
I.213) Milieu-----	21
I.214) Méthodes-----	22
I.215) Main d'œuvre-----	22
I.22) Méthodes de décontamination-----	23
I.221) Par des procédés physiques-----	23
a) Emoussage -----	23
b) Lavage à l'eau-----	24
c) Pasteurisation à la vapeur-----	25
I.222) Par des procédés chimiques-----	26
a) Les acides organiques-----	26
b) Le chlore-----	27
c) Le phosphate trisodique-----	28
d) Le peroxyde d'oxygène-----	28
e) Les ammoniums quaternaires-----	28
f) Autres-----	29
I.223) Par des procédés biologiques et biochimiques-----	29
a) Les bactériocines des bactéries lactiques-----	29
b) <i>Lactobacillus lactis</i> -----	29
II) Partie expérimentale -----	31
II.1) Appréciation de l'hygiène à l'abattoir-----	31
II.11) Etat de propreté de l'animal-----	31
II.12) Observations et hygiène en cours d'abattage-----	31
II.13) Résultats-----	31
II.131) Niveau de souillure et contamination bactérienne des carcasses-----	31
II.132) Observations en cours d'abattage-----	33
II.133) Anomalies observées en cours d'abattage-----	33

II.2) Appréciation de l'hygiène par analyses bactériologiques-----	35
II.21) Bases juridiques-----	35
II.22) Prélèvements-----	38
II.221) Matériels-----	38
a) Pour l'abattoir-----	38
b) Au laboratoire-----	38
II.222) Méthodes-----	39
a) A l'abattoir : prélèvement des échantillons-----	39
b) Au laboratoire : réalisation de la gamme de dilution, ensemencement des milieux de culture, mise en étuve et lecture des résultats-----	40
II.23) Résultats-----	41
II.231) Méthode de calcul-----	41
II.232) Présentation des résultats et analyse statistique-----	42
III) Discussion-----	47
III.1) Saleté de l'animal et contamination des carcasses-----	47
III.2) Les fiches de poste-----	47
III.3) Sites de prélèvements et résultats-----	48
III.4) Saison et température /contamination-----	48
III.5) Bilan et comparaison du niveau d'hygiène-----	49
Conclusion-----	51
<u>Références bibliographiques</u>-----	53
<u>Annexes</u>-----	55

LISTE DES FIGURES ET ANNEXES

Figure 1. Nombre de bovins répartis dans les différentes catégories de niveau de souillure-----	32
Figure 2. Niveau de contamination de surface des carcasses en fonction de la catégorie de souillure des animaux-----	32
Figure 3. Récapitulatif des conditions de prélèvements et des résultats des analyses bactériologiques exprimés en log ₁₀ (UFC/cm ²) moyens quotidiens-----	34
Figure 4. Zone d'échantillonnage pour les tests sur les carcasses de bovins-----	36
Figure 5. Valeurs de classification des résultats des analyses bactériennes exprimées en log ₁₀ (UFC/cm ²) moyens quotidiens-----	37
Figure 6. Exemples de calcul n°1,2 et 3-----	42
Figure 7. Tableau de résultats-----	43
Figure 8. Histogramme du niveau de contamination de surface des carcasses-----	43
Figure 9. Histogramme de la répartition des carcasses par germe et par classe-----	44
Figure 10. Comparaison du niveau de contamination moyen pour la flore mésophile totale des carcasses entre le début et la fin de la chaîne d'abattage-----	44
Figure 11. Comparaison du niveau de contamination moyen pour les entérobactéries des carcasses entre le début et la fin de la chaîne d'abattage-----	45
Figure 12. Test d'analyse de variance-----	45
Annexe 1. Grille d'évaluation simplifiée du niveau de souillure-----	55
Annexe 2. Etapes de la chaîne d'abattage-----	56
Annexe 3. Tableaux détaillés des résultats-----	58

INTRODUCTION

Ces dernières années de nombreuses crises alimentaires très médiatisées, *Escherichia coli* O157 :H7 dans des hamburgers aux Etats-Unis, poulet à la dioxine en Belgique, Listéria en France et en Suisse, Encéphalopathie spongiforme bovine..., ont entraîné une recrudescence de l'intérêt général pour l'hygiène alimentaire. Cela aboutit à la généralisation de la mise en place dans les industries agro-alimentaires de la traçabilité, de systèmes qualités, d'autocontrôles, avec pour objectif d'obtenir des produits de qualité assurant la sécurité des consommateurs.

Un des facteurs hygiéniques des plus important à maîtriser, concernant à la fois la qualité et la sécurité des produits, est représenté par la contamination bactérienne. En effet les bactéries, qui peuvent être responsables de l'altération des denrées alimentaires, peuvent aussi par leur présence, par la synthèse de métabolites toxiques ou par la synthèse de toxines, constituer un risque majeur pour la santé du consommateur.

Ce risque bactérien concerne notamment les denrées alimentaires d'origine animale et a motivé la « Décision 2001/471/CE du 8 juin 2001 ». Cette décision vise les exploitants d'établissements des viandes qui seront tenus de faire procéder à un contrôle régulier de l'hygiène générale en ce qui concerne les conditions de production dans leurs établissements. Pour cela ils devront appliquer les principes les plus récents du système Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP : analyse des risques et points critiques pour leur maîtrise).

L'objectif de notre étude est d'évaluer le niveau d'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin d'un abattoir à l'aide d'examen bactériologiques de surface dans le respect des notes de service accompagnant la « Décision 2001/471/CE ». Dans un premier temps nous étudierons les sources de contamination potentielles de la surface des carcasses et nous verrons les mesures de lutte existantes visant à empêcher et/ou à réduire, voire éliminer ces contaminations, dans un second temps nous parlerons de l'évaluation de l'hygiène de cette chaîne d'abattage et enfin nous discuterons nos résultats.

I) PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1) Sources de contamination bactérienne de surfaces des carcasses dans les abattoirs

Nous allons voir les différentes sources de contamination, c'est-à-dire tout ce qui peut être à l'origine de la présence d'une population bactérienne à la surface des carcasses, en utilisant la méthode des 5 M :

I.11) Matières premières

L'animal sain, aussi bien vivant que mort, constitue par la flore qu'il héberge un réservoir naturel de germes, source potentielle de contamination de surface des carcasses.

Ces germes sont hébergés sur la peau, dans les sphères digestives et mammaires, les voies respiratoires (hautes) et uro-génitales (basses).

- la flore cutanée chez les bovins est essentiellement constituée par des staphylocoques, des streptocoques et des entérobactéries (dont des entérobactéries pathogènes comme *Escherichia coli* O157:H7 et *Salmonella enteritidis*). Les cuirs peuvent porter de 10^6 à 10^{10} bactéries par cm^2 (BACON *et al.* 2000). Ces germes de la peau peuvent provenir de l'animal (flore saprophyte ou pathogène) mais aussi du sol ou des matières fécales. D'ailleurs certains germes d'origine fécale peuvent être en concentration plus élevée pendant la saison sèche dans les excréments séchés adhérents aux poils (12% des échantillons prélevés contiennent des salmonelles) que dans les fèces eux-mêmes (seulement 4,4% des échantillons présentent des salmonelles) comme l'a montré l'étude de SOFOS *et al.* (1999) sur les salmonelles.

Les germes présents sur la peau peuvent passer sur la surface des carcasses par contact direct entre le cuir et la carcasse (au moment de l'habillage) ou de façon indirecte par le biais d'un vecteur (matériel, main d'œuvre, air,...).

- la flore digestive est constituée par des germes saprophytes résidents et pathogènes transitoires (Salmonelles, Enterobacter, *Escherichia coli* O157:H7...) que l'on retrouve essentiellement au niveau du rumen et du colon (essentiellement des anaérobies variant de 10^{10} à 10^{11} germes/g de contenu ruminal (YOKOYAMA *et al.*, 1988) et variant de 10^6 à 10^{11} germes/g de contenu du colon (YOKOYAMA *et al.*, 1988 et HIRSCH, 1999).

Les germes du contenu digestif peuvent contaminer la surface des carcasses de façon indirecte (fèces souillant les cuirs) ou directe (fèces aux marges de l'anus ou perforation d'un réservoir digestif (éviscération)).

- la mamelle est normalement stérile (à l'exclusion du canal des trayons) sauf dans le cas de mammites (staphylocoques, streptocoques, entérobactéries,...) qui peuvent être cliniques ou subcliniques. Des écoulements de lait contaminé, naturels (vache laitière non tarie et non traite), par pression ou incision de la mamelle peuvent augmenter la charge bactérienne présente sur la peau au moment de l'exérèse de la mamelle.

- les germes présents au niveau des voies respiratoires (essentiellement des Pasteurelles) concernent essentiellement le rhino-pharynx et la trachée, les poumons étant normalement dépourvus de microorganismes.

- pour le tractus uro-génital, l'utérus et la vessie sont normalement exempts de germes, les germes se retrouvent de façon physiologique au niveau des voies urinaires et génitales distales (10^3 germes/mL) (WOOLCOCK, 1991).

De toutes les sources de contamination que nous venons d'aborder, ce sont les cuirs et les excréments qui constituent les sources majeures de germes d'un point de vue aussi bien qualitatif que quantitatif. Par exemple, la surface cutanée est aussi importante que celle de la carcasse et l'ensemble de la masse digestive représente à lui seul 10 à 15% du poids de la carcasse.

I.12) Matériel

Le matériel, qui rassemble les machines, les outils et les supports de travail pouvant rentrer en contact avec la carcasse, représente une source potentielle de contamination.

On peut citer parmi les plus importants : les couteaux (présents à tous les postes mais le risque est majoré à la saignée, à la dépouille, lors de l'ensachage du rectum et lors de l'éviscération,...), les chaînes à cuirs (dépouille), les scies (pour la fente et la parfente), les percors, les pinces, les crochets, ou encore les plateformes élévatrices (notamment celle du poste d'éviscération),... .

Tous ces outils peuvent servir de vecteurs de germes entre des éléments souillés et la carcasse, par exemple entre des opérations « sales » (ex : incisions cutanées précédant l'habillage) et d'autres « propres » (incisions sous cutanées pendant l'habillage) réalisées sans nettoyage avec le même matériel.

I.13) Milieu :

Les différents éléments du milieu (bâtiment et locaux, air et poussières, eau, nuisibles (rongeurs, oiseaux et insectes), déchets) peuvent constituer des sources de contamination des carcasses.

En effet, des locaux mal entretenus et/ou difficilement nettoyables, et/ou contaminés en cours d'abattage (par les issues : cuirs, tubes digestifs, mamelles) favorisent l'augmentation de la pression bactérienne du milieu et donc du risque de contamination des carcasses.

L'air pollué (germes, poussières, condensation) peut servir de vecteur et permettre le dépôt de souillures et germes sur les carcasses. En effet, l'étude de RAHKIO et KORKEALA (1997), a montré qu'il existait une corrélation importante ($r=0,86$) entre le niveau de contamination de l'air par les bactéries et la contamination superficielle des carcasses.

De même, l'eau servant en cours d'abattage (douchage post éviscération, fente) et pour le nettoyage, peut, si elle est impropre à la consommation être, une source primaire de contamination ou bien peut servir de vecteur pour la contamination des carcasses (notamment lorsqu'elle éclabousse les carcasses à partir du sol).

Les insectes et les rongeurs, par les germes qu'ils hébergent, sont des sources de contamination à la fois primaires et secondaires.

I.14) Méthodes

Le non respect de certaines méthodes de travail (cf. I.214) favorise la contamination superficielle des carcasses.

Dans le cadre du fonctionnement de la chaîne d'abattage, si les carcasses dépouillées et non dépouillées se croisent, si les carcasses rentrent en contact les unes avec les autres, si la face externe des cuirs touche la carcasse, ..., on assiste à une augmentation de la contamination bactérienne de surface des carcasses.

I.15) Main d'œuvre

Le personnel est aussi une source potentielle importante de germes (flore banale cutanée avec 10^2 à 10^5 germes/cm² (zone de peau sèche ou humide) (SCOTT, 1988), défaut d'hygiène personnelle (contamination des mains par des germes fécaux sachant que l'on rencontre en moyenne 10^{11} germes/g de selles chez l'homme), porteurs sains de salmonelles ou de *Staphylococcus aureus*).

Ces différentes sources peuvent être responsables de la contamination superficielle des carcasses. La maîtrise de cette contamination passe par la recherche de méthodes permettant de la réduire soit par des méthodes préventives soit par décontamination.

I.2) Méthodes de lutte

I.21) Mesures préventives

I.211) Matières premières

Pour prévenir ou diminuer la contamination de surface des carcasses à l'abattoir par les germes portés sur la peau de l'animal on peut :

- n'introduire que des animaux propres : cela nécessite un brossage préalable ou un lavage + séchage ou un temps d'attente en stabulation suffisamment long et sur aire propre pour assurer l'auto-nettoyage des animaux.

- réaliser l'épilation (ou dehairing) post-mortem de l'animal : le dehairing est réalisé entre la saignée et l'habillage

Ce procédé chimique consiste en l'élimination des poils et des souillures du pelage avec comme objectif de diminuer la contamination de la carcasse par ceux-ci. La méthode brevetée aux Etats-Unis consiste en une alternance de rinçage avec deux applications de sulfite de sodium (agent chimique d'épilation) et une neutralisation de ce composé par du peroxyde d'oxygène. L'étude de SCHNELL *et al.* (1995) a mis en évidence que ce procédé, s'il améliorait la propreté apparente des carcasses, n'entraînait pas une diminution significative des populations bactériennes présentes à leur surface par rapport à la technique classique d'abattage utilisant l'émoussage (réciproquement 4,14 et 4 log₁₀ pour la flore mésophile totale). Cette étude a donc montré la possibilité d'éventuellement supprimer l'émoussage lorsque la carcasse est épilée. Une autre étude (CASTILLO₁ *et al.*, 1998) a prouvé la réduction importante des populations bactériennes (de 3 à 5 log₁₀) présentes sur le cuir. Cela met en avant un rôle préventif du dehairing qui permet ainsi de réduire l'apport de germes par les cuirs responsables en grande partie de la contamination ultérieure de la surface des carcasses.

Pour prévenir l'apport de germes par les réservoirs et contenus digestifs, il faut :

- mettre les animaux à la diète hydrique (pour diminuer le volume du contenu digestif et les fèces).

- réaliser l'ensachage du rectum et la ligature de l'œsophage pour éviter la contamination de la carcasse par l'écoulement de leur contenu.

- de la même façon veiller à ne pas percer les réservoirs digestifs lors de l'éviscération.

Pour limiter la contamination par la flore mammaire, on peut :

- n'abattre que des vaches tarées (évite des écoulements de lait).

- dépister les mammites subcliniques avant l'abattage pour prendre les précautions nécessaires par la suite pour le travail de la mamelle.

Et il faut :

- réaliser l'ablation de la mamelle avant la dépouille (cela diminue le risque de souillure de la carcasse)

La contamination par la sphère uro-génitale, peut être réduite de la même façon que pour les réservoirs digestifs en évitant les perforations. De plus, les parties génitales distales chez les femelles doivent être « ensachées » en même temps que le rectum.

Enfin, l'ensemble trachéo-pulmonaire doit être enlevé d'un bloc et sans perforation.

I.212) Matériel

Le matériel doit être démontable, lavable et être utilisé pour l'usage pour lequel il est prévu. De plus il existe, aux postes nécessitant l'utilisation de couteaux et de scies, des stérilisateurs qui permettent, s'ils sont utilisés correctement, de limiter et de réduire l'apport de germes par ces outils. Si à la suite d'une opération « sale », on trempe un couteau, après l'avoir rincé, dans un stérilisateur à eau courante à 82°C on observe sa quasi-stérilisation (BORCH *et al*, 1996). En effet, d'après les mêmes auteurs, on obtient une réduction de 90% des populations des espèces bactériennes suivantes, *Campylobacter spp*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, lors de leur exposition respective pendant 12 à 24s, 40 à 190s, 33s à 9,5min et 66s à une température 60°C. Pour une température de 80°C des temps d'exposition cent fois moindres permettent d'avoir le même effet.

I.213) Milieu

En ce qui concerne les locaux il faut respecter la séparation entre les secteurs sales (extérieur, containers à déchets, stabulation) et le hall d'abattage. De plus, des locaux mal conçus, donc difficilement nettoyables, sont responsables d'une augmentation de la charge microbienne globale du milieu, on a donc une augmentation du risque de

contamination. Pour éviter cela, les locaux doivent être aménagés de façon optimale (sol en pente douce, pas d'angles mais des arrondis, surfaces lisses aux murs,...)

L'air ambiant doit être renouvelé pour éviter l'accumulation de poussières et de germes dans le milieu et pour limiter les contaminations par les buées et aérosols. L'air prélevé à l'extérieur doit être filtré pour éviter l'apport extérieur de poussières et de germes. De plus le flux d'air doit être dirigé des secteurs le plus propres (pesée) vers les secteurs les plus sales (éviscération, habillage). En effet l'étude de RAHKIO et KORKEALA (1997), réalisée sur 4 abattoirs de porcs, a mis en évidence que le niveau de contamination moyen de l'air était de 2,48 au niveau de l'éviscération contre 1,99 log₁₀/100 litres d'air à la pesée.

Les issues sont des sources de contamination directes (cf. I.1 : cuirs, tubes digestifs, mamelles,...) et indirectes (contamination du milieu, du matériel ou du personnel) et doivent donc être éliminées de la chaîne le plus rapidement possible.

Enfin l'eau qui est utilisée en cours d'abattage et pour le nettoyage des locaux et du matériel doit être potable.

I.214) Méthodes

Au cours des différentes étapes de la chaîne d'abattage les contaminations sont inévitables, cependant il est possible de les limiter en respectant certaines méthodes de travail.

Il faut éviter les contaminations croisées en respectant le principe de la marche en avant.

Pour chaque poste il faut définir des fiches de poste en tenant compte du facteur contamination bactérienne de façon à optimiser le travail tout en réduisant le risque bactérien (exemple : jeu de 2 couteaux, un pour les opérations sales et un pour les propres ; règles de précaution à respecter pour la dépouille (dépouille de haut en bas, principe de la main propre et de la main sale,...), pour l'ensachage du rectum, ...).

I.215) Main d'œuvre

Le personnel est le maillon majeur et le plus fragile de la maîtrise de l'hygiène. En effet, puisque c'est lui qui réalise le contrôle des matières premières, qui nettoie le matériel et les locaux et qui respecte les consignes de travail.

Pour éviter des contaminations par le fait des opérateurs, il faudra que ceux-ci soient qualifiés, formés (respect des fiches de postes), sensibilisés et impliqués dans le respect de l'hygiène.

Des dépistages des porteurs sains devront être effectués.

Pour résumer, le personnel doit être propre, sain, formé à l'hygiène et à son poste.

I.22) Méthodes de décontamination

Nous allons maintenant envisager les procédés les plus couramment utilisés ou étudiés dans la décontamination des carcasses de bovins.

I.221) Par des procédés physiques

a) Emoussage

L'émoissage est une opération de finition (FROUIN et JONDEAU, 1982) qui consiste à retirer les tissus superficiels, gras essentiellement, qui présenteraient des défauts d'aspect ou des souillures macroscopiquement visibles. Mis à part l'amélioration de la présentation commerciale de la carcasse, on peut imaginer qu'en éliminant les traces de contamination, par les fèces principalement, on puisse réduire le niveau de contamination par la flore, notamment intestinale.

Certains résultats tendent à accorder à l'émoissage un rôle bénéfique dans la réduction de la charge bactérienne superficielle des carcasses. En effet, les études de GORMAN *et al.* (1995) (sur échantillons) et CASTILLO₂ *et al.* (1998) (sur carcasses) mesurent l'effet de l'émoissage sur des carcasses de bovins, artificiellement inoculées en *E.coli* O157 : H7 par l'intermédiaire de fèces enrichies, et montrent respectivement une diminution de 2,19 et 3,1 log₁₀/cm² pour *E.coli* et de 1,96 et 4,3 log₁₀ pour la flore aérobie totale. CASTILLO₂ *et al.* ont aussi obtenu une réduction de 4,1 log pour les entérobactéries. Ces résultats sont à nuancer car pour ces études, les zones à prélever ont été parées de manière exagérée par rapport à l'émoissage de finition classiquement réalisé en France.

D'autres résultats indiquent qu'un émoissage trop poussé favoriserait une attaque bactérienne ultérieure de la viande, en retirant une partie du conjonctif recouvrant et protégeant les muscles (FROUIN et JONDEAU, 1982), ou encore que cette technique mal réalisée pourrait permettre l'extension de la contamination à d'autres zones (PRASAI *et al.*, 1995, HARDIN *et al.*, 1995, cités par CASTILLO₂ *et al.*, 1998).

Cependant, tous les auteurs s'accordent à dire que le nettoyage physique des carcasses par émoissage représente une étape intéressante pour la décontamination surtout s'il est suivi d'un second traitement (à visée plutôt bactéricide ou bactériostatique) en s'appuyant sur le principe du nettoyage désinfection.

b) Lavage à l'eau

Le lavage à l'eau est l'une des méthodes de décontamination les plus étudiées car autorisé dans la majorité des pays et ne comportant que peu de contraintes. En effet, l'eau est un élément relativement peu coûteux, facile à utiliser et toujours présent sur un site d'abattage.

En ce qui concerne les carcasses de bovins la méthode de décontamination retenue est celle par aspersion (l'immersion, autre possibilité ne concerne que les volailles), on compte sur la force cinétique de l'eau pour décrocher les souillures et germes qu'elles contiennent. Les carcasses sont soumises à l'aspersion dans une cabine spécialement équipée et l'efficacité du traitement est conditionnée par le temps d'application, la température de l'eau, la pression....

L'action de ce traitement paraît d'autant plus efficace qu'il serait précoce. En effet, l'attachement bactérien, qui comporte 3 phases (l'adsorption, la fixation puis la colonisation), est réversible dans sa première phase, qui intervient très précocement (1 min d'après FRATAMICO *et al.* en 1996 pour *E.coli* O157 : H7, cependant entre 1 et 10 min, ils n'observent pas de différence significative de niveau d'attachement), puis devient irréversible à partir de la fixation qui est une étape plus lente à se mettre en place et qui est fonction du métabolisme bactérien. Par contre la durée du temps d'application serait un facteur de moindre importance, en effet on n'aurait pas d'effet significatif du temps de lavage (12, 18, 36s) sur le niveau de réduction de la contamination des carcasses (niveaux respectifs de contamination post lavage : 5,16, 5,13 et 4,9 log₁₀ pour la flore totale) (GORMAN *et al.*, 1995).

Le lavage par aspersion serait, d'après les études de nombreux auteurs dont celle de CADEBO *et al.* (1996), d'autant plus efficace sur la réduction bactérienne que la température serait élevée. Par exemple, pour une température d'aspersion de 35°C ou de 74°C (à 20,7 bar et immédiatement après l'inoculation des échantillons avec *E.coli*), on a une réduction respectivement de 3,52 et de 4,17 log₁₀.

De même il a été constaté, dans d'autres études (notamment GORMAN *et al.*, 1995) que l'efficacité de la décontamination augmentait avec la pression de vaporisation. Dans cette étude, pour une pression de vaporisation de 2,76 bar, on dénombre 5,39 log CFU/cm² de carcasse (pour la flore totale), si on augmente la pression, la contamination diminue (5,17 log pour 13,79 bar, 5,02 log pour 20,68 bar et 4,91 log pour 27,58 bar). La tendance est la même pour *E.coli* (5,05 log pour 2,76 bar et 4,52 log pour 27,58 bar).

Au travers des différentes études déjà citées et en faisant varier les différents paramètres (de 30°C à 95°C, de 3 à 30 bars, de 12 à 120 s,...) et germes on observe une réduction moyenne de la population bactérienne de surface variant de 2,5 à 4 log10.

Cependant les lavages à l'eau pourraient faciliter la diffusion des germes sur la carcasse par ruissellement, éclaboussures ou formation d'un véritable aérosol de particules souillées lors de forte pression d'aspersion (PRASAI *et al.*, 1995, cités par CASTILLO₂ *et al.*, 1998, CASTILLO₃ *et al.*, 1998)

Mais comme pour l'émoussage les auteurs s'accordent à dire que l'aspersion représente une étape intéressante pour la décontamination par son effet nettoyant (on a d'ailleurs la même efficacité sur la réduction du score visuel de contamination que ce soit par émoussage ou par lavage (GORMAN *et al.*, 1995)). Ce procédé est d'autant plus intéressant s'il est suivi d'un second traitement toujours en s'appuyant sur le principe du nettoyage désinfection.

c) Pasteurisation à la vapeur

L'application de vapeur peut apparaître comme une simple variante de l'aspersion d'eau chaude pourtant elle présente théoriquement au moins deux avantages. Le premier consiste en un transfert de chaleur plus important (BOLDER 1997) et le second correspond à une atteinte théorique plus uniforme de toutes les surfaces de la carcasse (NUTSCH *et al.*, 1998).

Cette méthode comporte généralement trois étapes :

- élimination de l'eau en surface des carcasses
- application de la vapeur
- refroidissement pas pulvérisation d'eau froide.

Dans leur étude, NUTSH *et al.*, 1998 observent une réduction moyenne de la contamination d'environ 1 log10/100cm² (prélèvements par écouvillonnage) à 82,2°C pendant 6,5s pour la flore totale et d'environ 0,5 log pour les entérobactéries. GORMAN *et al.*, cités par KOICHEVAR, ont montré que l'utilisation de vapeur (74°C, 80°C) permettait d'obtenir une réduction bactérienne d'environ 3 log10/cm².

Pour KOICHEVAR *et al.* (1997), l'application de vapeur à 82°C et 1,03 bar permet une réduction de 0,57 à 0,72 log10/cm² pour la flore totale et de 0,26 à 0,33 pour les coliformes totaux pour des carcasses ne présentant pas de contamination fécale visible. De même, sur des carcasses souillées ils observent des réductions de 1,73 log à 2,03 pour la flore totale et de 1,67 log à 2,13 pour les coliformes totaux.

Les méthodes de décontaminations suivantes ne seront pas abordées ici car elle ne sont pas encore utilisables pour des carcasses de bovins ou ont alors des résultats discutés quant à leur efficacité :

Electricité

Ultraviolets

Irradiation

Micro-ondes

I.222) Par des procédés chimiques

a) Les acides organiques

L'efficacité de ces traitements repose sur la possibilité de ces acides de se dissocier à l'intérieur des germes en libérant un ion H^+ et un métabolite responsables d'un effet bactériostatique à bactéricide immédiat, ils augmentent aussi la phase de latence bactérienne et limitent la recontamination en surface des carcasses par une durée d'action d'environ 48h en chambre froide (effet retard). Les acides les plus employés (acétique et lactique) sont solubles dans l'eau et leur efficacité varie en fonction des mêmes paramètres que le simple lavage à l'eau (température, délai et temps d'application,...) et d'autres propres aux acides (concentration dans l'eau, pH de la solution,...).

On aurait ainsi une meilleure efficacité d'un traitement par lavage aux acides organiques à des températures élevées (ANDERSON et MARSHALL, 1990, cités par DICKSON et ANDERSON, 1992), mais ces résultats sont remis en questions par les travaux de CUTTER *et al.*, 1997 qui n'observent pas d'effet mesurable lié à la variation de la température (de 30 à 70°C) sur l'efficacité de ce procédé (15s, 5,52 bar) sur la réduction d'*E.coli* O157 : H7 (supérieure à 4,3log10).

Comme pour les lavages à l'eau, une application précoce semble favoriser la décontamination (phénomènes d'attachement encore faibles). Par contre, ici, un temps d'application long a un effet positif sur l'efficacité des traitements.

Aux concentrations des solutions d'acide lactique ou acétique couramment utilisées (1 à 3 %) il n'y aurait pas de différences notables d'efficacité (DORSA *et al.*, 1997).

L'efficacité du traitement sur la réduction en germes est aussi fonction du pH de la solution d'aspersion et des germes eux mêmes. En effet, les germes n'ont pas tous la même sensibilité aux acides (les bactéries lactiques supportent des pH de 3 alors que la plupart des pathogènes ont un seuil de tolérance >4, les pH optimum de croissance des germes sont compris entre 6 et 8) (pH ac. lactique=4,40 et pH ac. acétique=5,30).

L'efficacité des traitements varie, en fonction des germes, des études et des acides. Pour DORSA *et al.* (1997), (aspersion à l'acide lactique (1,5 et 3%) et acétique (1,5 et

3%, 15s, 55 bar, 32°C, sur échantillons inoculés) on observe une réduction immédiate d'environ 2 log (valable pour chaque traitement) sur la flore mésophile et de 2,7 log pour *E.coli*. Des résultats similaires ont été obtenus par les mêmes auteurs en 1998 avec des solutions à 2%. CUTTER *et al.* (1997) (52°C, 15s, 5,52 bar, ac. acétique 2%) ont obtenu des réductions variant de 4,67 à 1,26 log en fonction du niveau initial d'inoculation.

L'inconvénient majeur serait un risque de décoloration de la surface des viandes lors d'application de fortes concentrations d'acide (à partir d'une concentration de 12% d'après OCKERMAN *et al.*, cités par DICKSON et ADERSON, 1992).

b) Le chlore

Le chlore dissout dans l'eau (acide hypochloreux ClOH) est un désinfectant mondialement utilisé (désinfection de l'eau) pour son pouvoir oxydant à action bactéricide.

Les facteurs conditionnant son efficacité sont les mêmes que ceux cités précédemment pour les acides organiques avec en plus comme facteur majeur : la pression de vaporisation.

DICKSON et ANDERSON (1992) ont noté dans une synthèse d'études que la réduction de la flore bactérienne de surface semble augmenter avec la concentration en chlore. En effet, EMSWILER *et al.*, cités par DICKSON et ANDERSON (1992), observent la réduction de 1,45 log à 100 mg/L et de 1,83 pour 400 mg/L, ces résultats sont par contre opposés à ceux de KELLY *et al.*, 1981, qui pour 30 et 95 mg/L observent une réduction respectivement de 1,75 et 1,61 log). Il en est de même pour une augmentation de la température (de 65 à 80°C). Les mêmes auteurs ont aussi rapporté, que l'effet décontaminant augmentait avec la pression d'application (pour KOTULA *et al.*, 1974 la réduction de la flore mésophile passe de 2 à 3 log si la pression passe de 4,2 à 24,6 kg/cm², ce qui n'est pas le cas dans l'étude de KELLY *et al.* qui n'obtiennent pas de réduction significative en faisant varier la pression de 3,5 à 7,5 kg/cm²).

Le pH optimal de désinfection est établi à 6,5 (KOTULA *et al.*, 1974 cités par DICKSON et ANDERSON 1992, SIONNEAU, 1993).

Les inconvénients de cette méthode sont dûs à l'inactivation de l'action du chlore par la matière organique, à l'altération des qualités organoleptiques des viandes, aux risques de corrosion marqués pour le matériel et d'irritation pour le personnel.

c) Le phosphate trisodique (TSP)

Le phosphate trisodique est un composé alcalin testé et utilisé depuis peu pour la décontamination des carcasses. Un brevet a même été déposé aux Etats-Unis pour une concentration de 10%.

Son pH, situé autour de 12, est au-dessus des seuils de tolérance rencontrés chez la plupart des germes (<10 pour *E.coli*, Salmonelles, *Pseudomonas*, Staphylocoques,...). Il aurait un effet létal direct et provoquerait l'autolyse bactérienne, il favoriserait aussi le décrochement des germes (effet détergent).

Les réductions enregistrées semblent plus affecter les germes Gram-. On observe une diminution de la FMT et une sensibilité marquée d'*E.coli* O157 : H7 (réductions de 2 log₁₀ sur tissus inoculés pour la FMT et de 2,7 log₁₀ pour *E.coli*, DORSA *et al.*, 1997, TSP 12%, réduction de 3,04 log sur *E.coli*, pour CADEBO *et al.* 1996, TSP 12%) et sur *L.monocytogenes* (réductions de 3,4 log₁₀/cm² DORSA *et al.*, 1998, TSP 12%). Le TSP est actuellement essentiellement utilisé pour la décontamination des carcasses de volailles mais son utilisation pour les autres espèces n'est pas écartée.

d) Le peroxyde d'oxygène

Le peroxyde d'oxygène ou eau oxygénée (H₂O₂) est un désinfectant classiquement utilisé en médecine. L'effet bactéricide ou bactériostatique est fondé sur la formation de radicaux libres dénaturant les acides nucléiques, les protéines et les lipides microbiens (JUVEN et PIERSON cités par BOLDER, 1997).

CADEBO *et al.* (1996) ont montré que l'efficacité de l'eau oxygénée vaporisée est diminuée avec l'augmentation du délai d'application. D'après les mêmes auteurs l'application d'H₂O₂ à 5% permet de réduire la contamination de tissus adipeux de bovin inoculés avec des fèces enrichis en *E.coli*, de 3,62 log₁₀ si l'application est immédiate et de 3,14 lors d'une application après un délai de 2h.

Les inconvénients majeurs seraient un blanchiment et un boursoufflement des tissus exposés, mais ces effets disparaîtraient après 24h de conservation en chambre froide.

e) Les ammoniums quaternaires

Ce sont des agents de surface ou surfactants utilisés essentiellement pour la désinfection du matériel qui pourraient être utilisés de façon intéressante dans la décontamination des viandes. Ils permettraient en effet de prévenir ou d'inverser le phénomène d'attachement bactérien sans avoir d'effets néfastes sur les surfaces traitées.

Les résultats de ANDERSON *et al.* cités par DICKSON et ANDERSON, 1992, montrent que l'application d'un composé quaternaire permet de réduire la population bactérienne aérobie de surface de 0,5 log.

f) autres : l'ozone (problèmes d'écotoxicité), le chlorure stanneux (SnCl_2), la chlorhexidine, l'extrait de pépin de raisin et le bisulfate de sodium.

Ce sont des molécules intéressantes mais utilisées de façon anecdotique et expérimentale et les résultats obtenus ne seront pas développés ici.

I.223) Décontamination par des procédés biologiques et biochimiques (BLANC, 1996, BOLDER, 1997)

a) Les bactériocines de bactéries lactiques

Les bactériocines sont des agents antibactériens dont l'effet bactéricide repose sur la déstabilisation des membranes et enveloppes provoquant ainsi la lyse des bactéries. Ces bactériocines ont été déjà testées avec succès pour la conservation des produits laitiers (autorisé pour le lait dans certains pays du Moyen Orient), dans les conserves de légumes, les viandes saumurées et fermentées, et dans la mayonnaise. L'un des composés les plus connus est la nisine (protéine soluble stable), mais son utilisation pour les viandes fraîches semble problématique et soulève des questions sur l'émergence de bactéries (pathogènes ou d'altération) résistantes, sur la déstabilisation de l'activité biologique des bactériocines, sur la liaison possible à des composants alimentaires, sur la possibilité d'inactivation par d'autres additifs alimentaires ou encore sur sa variation d'activité en fonction du pH. CUTTER et SIRAGUSA, 1995 ont obtenu *in vitro* des réductions de 4,30 et 2,30 log₁₀ CFU/ml sur des populations bactériennes (respectivement *E.coli* et *Salmonella typhimurium*) avec une solution de nisine 50 µg/ml (37°C 60 min ou 5°C 30 min). *In vivo*, ils obtiennent 0,15 log de réduction (nisine 50 µg/ml, 3jours à 4°C) Les résultats sont très intéressants *in vitro* mais sont pour l'instant peu probants *in vivo* (inhibition par les enzymes ?, les cations bivalents ?,...). L'utilisation de chélateurs permet d'augmenter un peu l'efficacité des traitements à la nisine.

b) *Lactobacillus lactis*

Certaines bactéries (surtout psychrotrophes et Gram -) peuvent être inhibées par ce germe qui produit de l' H_2O_2 . Ce procédé nécessite une très forte concentration en lactobacilles (pour que la production H_2O_2 soit suffisante) ce qui génère un coût important, mais il semble être efficace.

Conclusion de la partie I :

La contamination de surface des carcasses est inévitable. C'est pourquoi de nombreux procédés de décontamination ont été développés. Certains ont été testés au niveau expérimental et d'autres au niveau de l'abattoir mais rares sont ceux utilisés en routine (émoussage, lavage à l'eau). Beaucoup ont pourtant un potentiel intéressant (acides organiques, ...) et pourraient même être utilisés de façon complémentaire (émoussage + lavage, émoussage + application d'acides organique,...).

Pour l'instant, en France seuls l'émoussage et le lavage à l'eau en cabine sont utilisables à l'abattoir pour la décontamination des bovins.

Dans tous les cas, ces procédés ne permettent pas de stériliser les carcasses et n'empêchent pas leur recontamination il faudra donc les refroidir le plus précocement possible pour éviter la multiplication de ces germes.

II) PARTIE EXPERIMENTALE :

II.1) Appréciation de l'hygiène à l'abattoir

II.11) Etat de propreté de l'animal

Nous avons vu précédemment (I.11) que les cuirs et les fèces étaient les premières sources mises en cause dans la contamination de surface des carcasses. Nous avons voulu savoir s'il y avait une relation entre la saleté visuelle de l'animal vivant et la contamination superficielle des carcasses. Pour cela nous avons réalisé une grille d'évaluation simplifiée du niveau de souillure (cf. annexe n°1) tenant compte des poils (longs, courts, secs, mouillés) et du niveau de souillures visibles (0 : propre, 1 : souillures sur les membres, 2 : souillures sur les membres + ventre et mamelle, 3 : 2+ souillures sur le dos). Seuls les animaux sur les carcasses desquels des échantillons étaient prélevés à 2 sites (entre habillage et éviscération) ont été évalués pour des raisons pratiques.

II.12) Observations de l'hygiène en cours d'abattage

Des observations sur la chaîne d'abattage ont été notées au cours des journées de prélèvements. On peut citer le nombre d'animaux abattus par journée de prélèvement, le rythme d'abattage (cadence en nombre d'animaux abattus par heure), le nombre d'opérateurs présents et la température du hall d'abattage (cf. annexe n°1).

Nous avons aussi réalisé la comparaison entre le travail théorique (fiches de poste validées) et le travail réalisé par les ouvriers pour mettre en évidence d'éventuelles fautes d'hygiène favorisant la contamination des carcasses.

II.13) Résultats

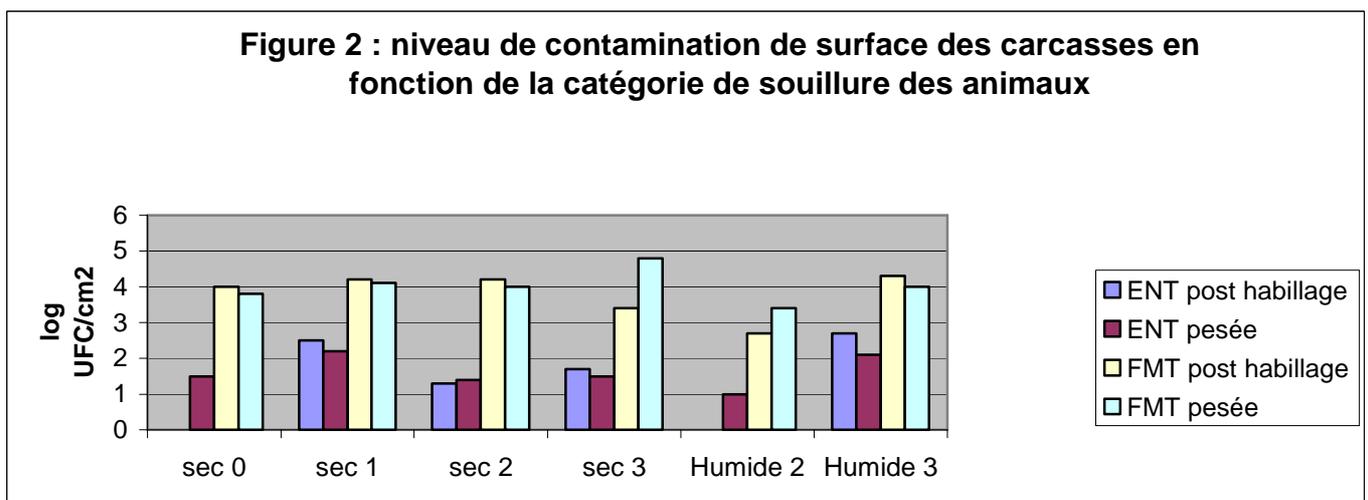
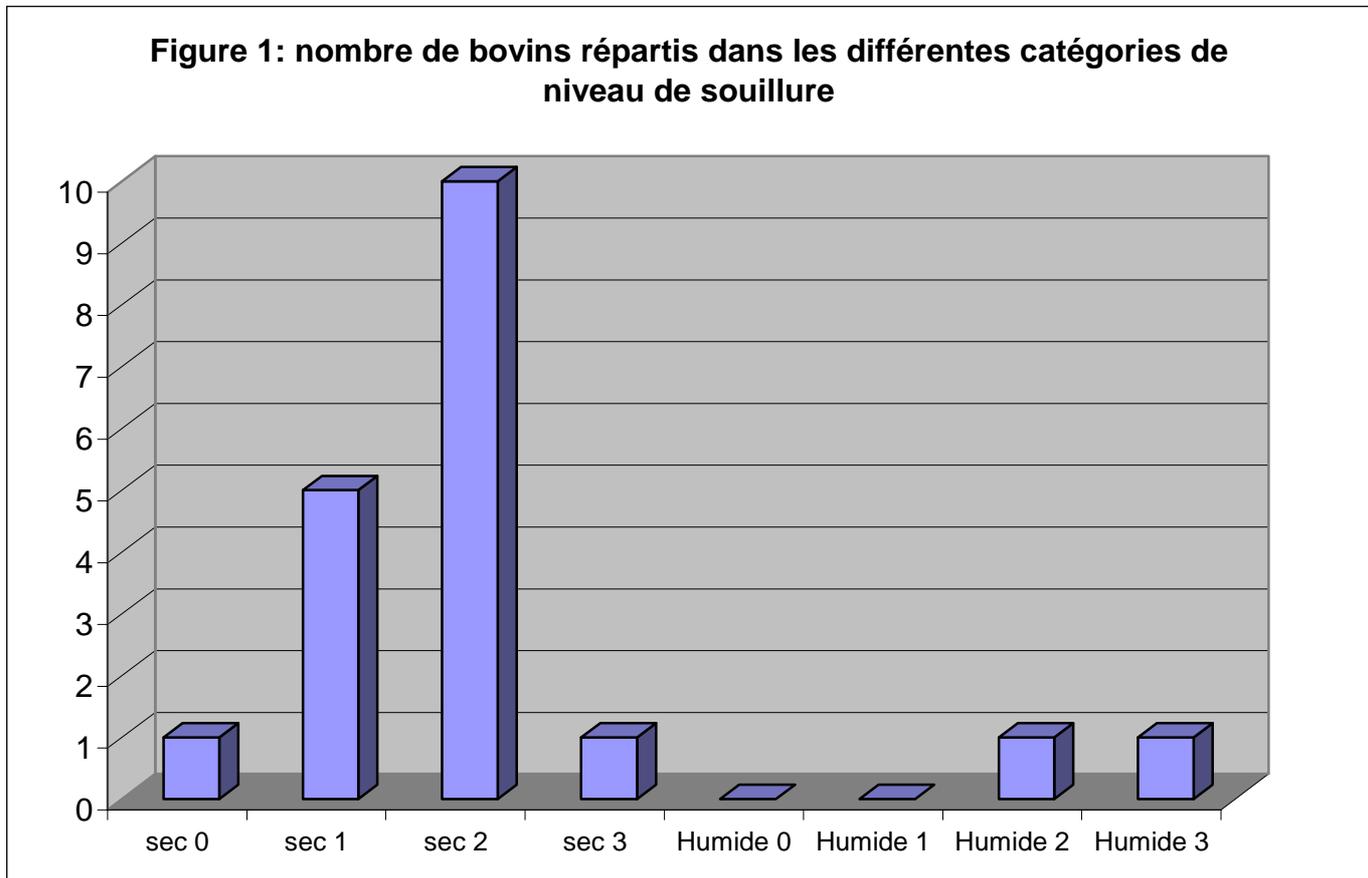
II.131) Niveau de souillure et contamination bactérienne des carcasses

La figure 1 ci-après présente le nombre de bovins répartis dans les différentes catégories de niveau de souillure sur 19 animaux prélevés. Il est à noter que le critère poils courts ou longs n'a pas été retenu (plus intéressant pour les ovins) car tous les animaux prélevés avaient le poil court.

Il ressort de ce tableau que les types d'animaux les plus rencontrés sont ceux dont le poil est sec et appartiennent aux catégories de niveau de souillure 1 et 2 (79% des animaux).

Dans la figure 2 sont représentés les niveaux de contamination bactérienne de surface des carcasses, à différents moments de la chaîne d'abattage pour la flore totale et pour

les entérobactéries, en fonction de chaque catégorie quantifiant le niveau de souillure visuelle des animaux au moment de la saignée. Le faible nombre de prélèvements pour chaque catégorie ne permet pas de réaliser une analyse statistique. Mais on constate qu'il n'y a pas de rapport direct entre le niveau de souillure des animaux et le niveau de contamination bactérienne des carcasses, comme EVOY (2000) l'a d'ailleurs relevé.



II.132) Observations en cours d'abattage

En fonction de la journée de prélèvements, les observations des facteurs cités en II.12 pouvaient varier.

En effet le nombre d'animaux abattus fluctue (de 20 à 130 pour la période relevée), de même que la cadence d'abattage (de 17 à 24 animaux abattus/heure). Le nombre d'opérateurs peut aussi varier en fonction des congés (vacances, maladies), ainsi leur nombre sur la chaîne va de 9 à 11. Quant à la température du hall d'abattage, elle n'a été relevée que pendant l'hiver et évolue entre 4,4 et 7,8°C, il aurait été intéressant d'avoir les valeurs sur toute l'année pour établir un éventuel lien entre le niveau de contamination et ce paramètre. Toutes ces données figurent dans le tableau suivant (figure 3).

Lors de la réalisation des prélèvements deux faits notables ont été relevés. Le premier concerne la journée du 13 novembre, jour où la mise en marche de la ventilation avait été omise durant toute une partie de l'abattage entraînant l'apparition de buées puis d'écoulements du plafond sur les carcasses. Le second est une panne survenue en cours d'abattage le 15/02 arrêtant la chaîne pendant 20 min le temps de résoudre le problème. Ces 2 incidents ne semblent pas avoir favorisé la contamination bactérienne superficielle des carcasses comme le montre la figure 3.

II.133) Anomalies observées en cours d'abattage

Pour ce qui est de l'observation des opérateurs sur la chaîne en fonctionnement, nous ne détaillerons que les anomalies relevées. Pour visualiser l'ensemble des opérations d'abattage, se reporter à l'annexe 2.

Au niveau de la **saignée** (poste 1), le rinçage des mains entre l'accrochage de l'animal et la prise du couteau pour la saignée n'est pas réalisé.

Le même problème survient entre l'**accrochage** du postérieur droit au crochet de transfert et les opérations d'ablation des pieds **et** de **traçage** des postérieurs (poste 3).

On retrouve encore le même problème (poste 4) entre la **pose des chaînes** et l'**arrachage** du cuir assisté manuellement au couteau.

Au niveau du poste 5, L'**ensachage du rectum** est un poste délicat où le risque de souillures par les fecès est élevé. Lors de l'**éviscération** les viscères souillent la goulotte d'éviscération qui parfois rentre en contact avec la carcasse au niveau de la poitrine. De plus lors du rinçage quasi-systématique on observe des projections d'eau sur la goulotte qui ricochent sur la carcasse et ruissellent jusqu'à la poitrine. En cas de percement accidentel au cours de l'éviscération, il est indiqué de rincer abondamment la cavité abdominale, on observe alors l'écoulement de l'eau contaminée sur les parties déclives de la carcasse.

Figure 3 : Récapitulatif des conditions de prélèvements et des résultats des analyses bactériologiques exprimés en log10 (UFC/cm²) moyens quotidiens.

Vaches	17-juil	06-sept	18-sept	20-sept	16-oct	30-oct	13-nov	23-nov	27-nov	11-déc	05-févr	15-févr
ENT en log (UFC/cm ²) classe	0,0	1,1	1,5	1,3	2,3	1,5	1,4	0,6	0,8	1,8	1,1	0,9
	A	A	A	A	M	A	A	A	A	M	A	A
	A = satisfaisant						M = acceptable					
FMT en log (UFC/cm ²) classe	4	4	4,2	3,8	4,8	4,5	3,8	3,9	3,8	4,1	4,0	3,8
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A
	M = acceptable										Satisfaisant = A	
Température									7,8°C	4,4°C	Panne	7,4°C
Nombre d'ouvriers sur la chaîne							10		9	11	10 puis 11	9
Nombre total d'animaux abattus							92		100	130	111	20
Cadence							17/h		24/h	22/h	24/h	20/h
Nombre de vaches prélevées							17		15	12	15	5
Remarques:							Aérateurs arrêtés --> buée et condensation				Panne avec arrêt de la chaîne pendant 20 min	

Au niveau de **l'ablation de la tête** (poste 6), il y a de nouveau un oubli de lavage des mains et le couteau n'est pas stérilisé entre 2 animaux.

Lors de la **fente** (poste 7) on observe des projections d'eau, nécessaire au fonctionnement de la scie, qui ruissellent du haut de la carcasse vers le collier, de plus la scie n'est pas reposée dans son stérilisateur entre 2 carcasses. Le douchage des faces internes des ½ carcasses provoque les mêmes effets de ruissellements.

II.2) Appréciation de l'hygiène par analyses bactériologiques

II.21) Bases juridiques

Les bases juridiques qui concernent le contrôle microbiologique des carcasses et des surfaces en abattoirs et en ateliers de découpe des animaux de boucherie sont :

- l'arrêté du 17 mars 1992 modifié relatif aux conditions auxquelles doivent satisfaire les abattoirs d'animaux de boucherie pour la production et la mise sur le marché de viandes fraîches et déterminant les conditions de l'inspection sanitaire de ces établissements ;

- l'arrêté du 17 mars 1992 modifié relatif aux conditions auxquelles doivent satisfaire les établissements se livrant à la préparation et à la mise sur le marché des viandes d'animaux de boucherie découpées, désossées ou non ;

- la Décision 2001/471/CE du 8 juin 2001 établissant les règles applicables au contrôle régulier de l'hygiène générale effectuée par les exploitants dans les établissements conformément à la directive 64/433/CEE relative aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des viandes fraîches et à la directive 71/118/CEE relative à des problèmes sanitaires en matière d'échanges de viandes fraîches de volaille ;

- la note de service du DGAL/SDSSA/N2002-8087 du 10 juin 2002 relative à l'HACCP en abattoir d'animaux de boucherie- Contrôle microbiologique des carcasses et des surfaces ;

- la note de service du DGAL/SDSSA/ N2002-8184 du 20 décembre 2002 relative au contrôle microbiologique des carcasses et des surfaces en abattoirs et en ateliers de découpe d'animaux de boucherie.

Ces textes concernent à la fois l'aspect microbiologique des carcasses et des surfaces (matériel). Nous ne retiendrons pour notre étude que l'aspect concernant la qualité microbiologique des carcasses.

Ils définissent aussi la réalisation et l'organisation d'autocontrôles obligatoires dans le cadre de la mise en place d'une procédure HACCP dans tous les abattoirs d'animaux de boucherie et ce avant le 8 juin 2003.

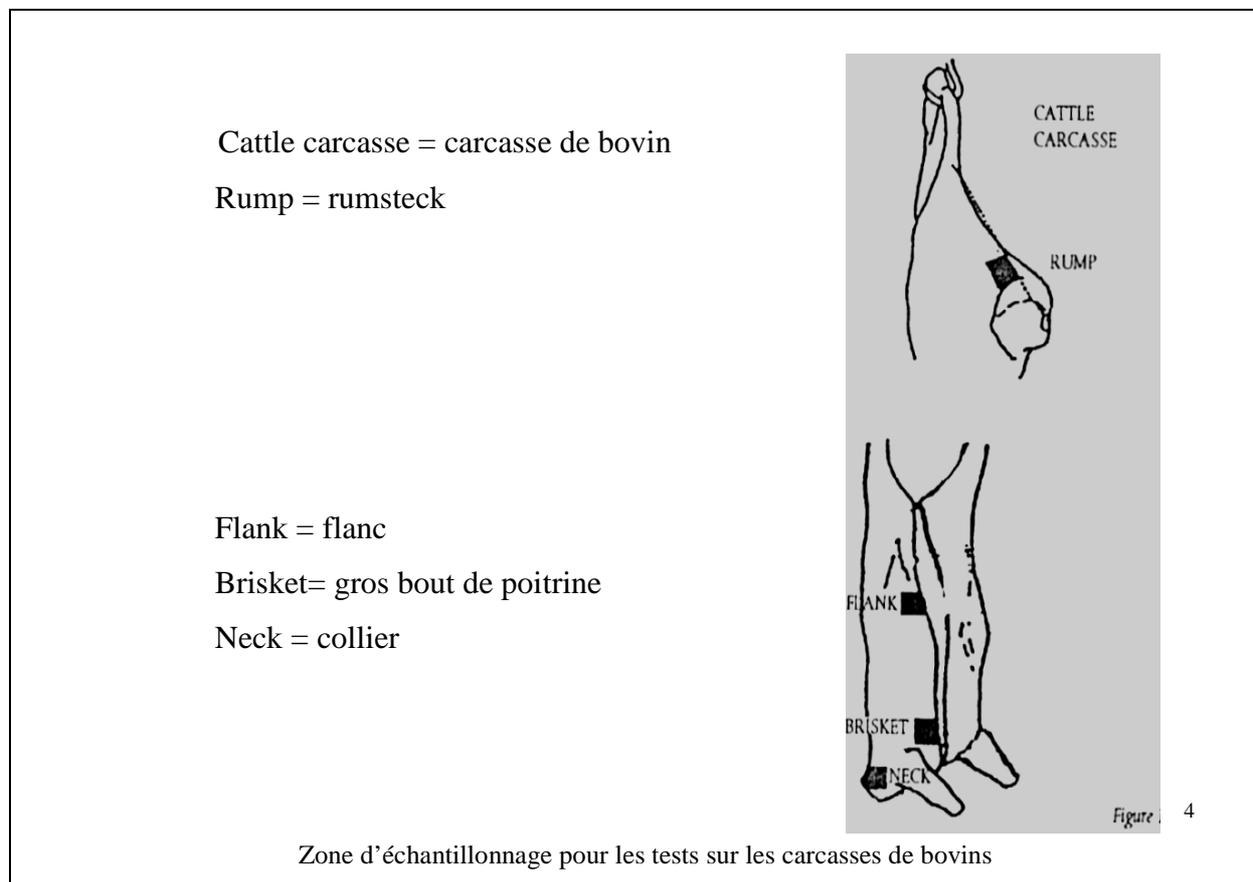
La nature des contrôles, la fréquence de prélèvement, les méthodes utilisées ainsi que les critères microbiologiques applicables sont les suivants :

- méthode de prélèvement :

Des échantillons de tissus doivent être prélevés sur la carcasse après l'habillage, au plus tard à la fin de la journée d'abattage. Il faut prélever de façon stérile par une méthode destructive (par excision) au moins 20 cm² pour 4 sites de prélèvement.

- sites de prélèvement pour les tests sur les carcasses :

Les sites pour les bovins ont été définis (Décision 2001/471/CEE) comme sur le schéma suivant et les prélèvements doivent être réalisés sur la même demi carcasse.



La note de service du DGAL/SDSSA/N2002-8087 du 10 juin 2002 rajoute la cuisse et la face interne de la gorge si une contamination systématique respectivement du quartier arrière ou avant est constatée.

- procédure d'échantillonnage et nombre d'échantillons à prélever :

De 5 à 10 demi-carcasses, obtenues à partir de 5 carcasses différentes et réparties sur une même journée de tuerie, doivent être échantillonnées tous les 5 jours d'abattage effectif.

La fréquence de prélèvement peut être réduite à un test tous les 10 jours d'abattage effectif si des résultats satisfaisants consécutifs sont obtenus sur une série de 6 journées d'échantillonnage successives. Si des résultats non satisfaisants sont obtenus et que les actions correctives n'améliorent pas les conditions d'hygiène, on arrêtera de regrouper les échantillons provenant d'une même demi-carcasse et on pratiquera dans ce cas autant d'analyses que de sites d'échantillonnage jusqu'à l'obtention de résultats satisfaisants pour chacun de ces sites.

- méthode microbiologique pour l'examen des échantillons :

Les échantillons prélevés doivent être entreposés et réfrigérés à 4°C jusqu'à l'examen (à réaliser dans les 24h). Ils doivent être homogénéisés dans 100 ml de milieu de dilution par un homogénéisateur de type péristaltique ou rotatif.

La dilution avant la mise en culture doit être effectuée de 10 en 10 et la suspension de viande homogénéisée n'est pas une dilution et doit être prise en compte dans le calcul de la dilution 10⁰.

L'analyse doit être réalisée pour la flore totale à 30°C et pour les entérobactéries

- résultats et critères microbiologiques :

Les résultats doivent être exprimés en termes d'unités formant colonie (UFC) par cm² de surface.

Pour chaque flore, les résultats log₁₀ moyens quotidiens doivent être affectés à l'une des trois catégories suivantes : satisfaisant (ou classe A : acceptable), acceptable (ou classe M : marginale) et non satisfaisant (ou classe I : inacceptable). Si les échantillons issus d'une même carcasse ne sont pas analysés en mélange, le log moyen quotidien correspond alors, pour une journée de contrôle donnée, à la moyenne des log des dénombrements obtenus sur l'ensemble des échantillons provenant d'un même site.

Les résultats sont classés dans les différentes catégories en fonction des paramètres du tableau suivant :

	Satisfaisant=A	Acceptable=M (>m mais ≤ M)	Non satisfaisant=I (> M)
Flore totale	≤ 3,5 log	3,5 log <= 5 log	> 5 log
Entérobactéries	≤1,5 log	1,5 log <= 2,5 log	> 2,5 log

Figure 5 : Valeurs de classification des résultats des analyses bactériennes exprimées en log₁₀ (UFC/cm²) moyens quotidiens

II.22) Prélèvements

II.221) Matériels

a) Pour l'abattoir

Le matériel était systématiquement rassemblé la veille des jours de prélèvement. Il est constitué par :

- une tenue vestimentaire adéquate (blouse, calot, bottes et tablier blancs et propres)
- le matériel de prélèvement : 8 manches de bistouris et 8 pinces à préhension répartis en 2 jeux et 4 emporte pièces d'une surface de coupe de 5 cm².
- des lames de bistouris stériles à usage unique
- 2 bacs pour stériliser chaque jeu de matériel (de prélèvement).
- un flacon d'alcool absolu (à 99,9°).
- une boîte d'allumettes.
- des sachets stériles pour stomacher avec filtre spécial.
- un ouvre-sac et des referme-sacs.
- un feutre à encre indélébile pour l'indentification des sachets.
- une glacière avec des réserves de froid à -18°C
- 2 chiffons pour isoler les sacs des réserves de froid.
- un thermomètre pour vérifier la température de la glacière et mesurer celle du hall d'abattage.

b) Au laboratoire

Le matériel de laboratoire que nous utilisons était constitué par :

- un réfrigérateur (0 - 4°C)
- 2 ouvre-sacs
- 3 becs Bunsen
- des flacons contenant 100 ou 50 ml d'eau peptone tamponnée stérile
- un stomacher péristaltique
- un bain-marie et une plaque chauffante
- des tubes pour réaliser les dilutions contenant 9 ml d'eau peptonée stérile et des porte-tubes
- des pipettes stériles de 2 ml graduées au 10^{ème} de ml
- des poires à aspiration et des propipettes
- un homogénéisateur rotatif
- des boîtes de Pétri stériles et un marqueur indélébile pour les identifier

- des flacons contenant des milieux de cultures stériles : PCA (plate count agar) et VRBG (violet red bile glucose agar)
- un homogénéisateur à plateau
- 2 étuves : l'une à 30°C et l'autre à 37°C

II.222) Méthodes

a) A l'abattoir : prélèvement des échantillons

Arrivés à l'abattoir nous commençons par nous changer et mettre nos tenues de travail puis nous devons installer notre matériel.

Une fois le matériel organisé nous pratiquons la stérilisation des pinces, des manches de bistouri et des emporte-pièces par flambage à l'alcool dans les bacs prévus à cet effet.

Avant le prélèvement de chaque carcasse nous identifions un sac (numéro de prélèvement) et le positionnons dans l'ouvre-sac (sac fermé).

Puis nous nous lavons les mains (lavage au savon et séchage à l'aide de papier à usage unique).

La méthode de prélèvement adoptée est une méthode destructive qui consiste à prélever 4 fois 5 cm². Pour cela nous avons utilisé des emporte-pièces pour délimiter une surface de 5 cm² et d'une épaisseur maximale de 5 mm que nous excisons à l'aide d'une pince et d'une lame à usage unique montée sur un manche de bistouri. Les 4 prélèvements réalisés sont alors déposés de manière aseptique dans le sac pré-identifié qui est alors refermé et déposé dans la glacière dont la température est maintenue entre 0 et 4°C grâce aux réserves de froid.

Les carcasses à prélever étaient choisies au hasard et les prélèvements ont été réalisés soit entre la dépouille et l'éviscération soit au poste de pesée. Les sites de prélèvements sont ceux définis par la Décision 2001/471/CE du 8 juin 2001 (cf. figure 1) :

Pour des raisons pratiques (pas d'accès possible à une passerelle élévatrice lors du fonctionnement de la chaîne) les carcasses en début de chaîne n'ont été prélevées qu'au niveau du collier et du gros bout de poitrine. Ces carcasses ont été prélevées à nouveau sur ces 2 mêmes sites après la pesée en vue de comparer les niveaux de contamination entre le début et la fin de la chaîne d'abattage.

A la fin d'une matinée de prélèvements la glacière était ramenée au laboratoire d'hygiène et industrie des denrées alimentaires d'origine animale de l'école nationale vétérinaire où les prélèvements étaient mis au réfrigérateur (0 à 4°C) en attente de leur mise en culture.

b) Au laboratoire : réalisation de la gamme de dilution, ensemencement des milieux de culture, mise en étuve et lecture des résultats

La méthode microbiologique pour l'examen des échantillons est basée sur la Décision 2001/471/CE du 8 juin 2001

Les échantillons prélevés le matin, par la méthode destructive, ont toujours été ensemencés l'après midi du jour de prélèvement (le délai fixé de conservation des échantillons entre 0 et 4°C est de 24h post échantillonnage).

Les sacs (1 par vache prélevée) avec filtre, spécialement prévus pour le stomacher, contenant les échantillons (4 fois 5 cm² pour les animaux prélevés en fin de chaîne et 2 fois 5 cm² pour ceux prélevés entre habillage et éviscération) sont sortis 1 par 1 du réfrigérateur pour la préparation des dilutions et l'ensemencement des boîtes de culture.

- Préparation de la dilution 10⁰ :

Le sac de prélèvement est installé dans l'ouvre-sac après retrait de la fermeture.

Le manipulateur ouvre alors un flacon d'eau peptonée tamponnée, de 100 ml pour les sacs avec 4 échantillons et de 50 ml pour ceux avec 2 échantillons, et verse son contenu dans le sac qui est alors vidé de son air et est refermé pour suivre 250 cycles de stomacher.

Le sac est ensuite repris et positionné dans le second ouvre-sac. Son contenu constitue la dilution 10⁰ et permet à la fois d'ensemencer au niveau de dilution 10⁰ et de constituer la dilution 10⁻¹.

- Préparation de la dilution 10⁻¹ :

Pour cela on prélève un ml de solution 10⁰ que l'on dilue au 10^{ème} dans 9 ml d'eau peptone stérile. Cette solution permet l'ensemencement à la dilution 10⁻¹ et la préparation de la dilution 10⁻² par dilution décimale.

- Préparation des autres dilutions :

On continue ainsi jusqu'à la dilution 10⁻³.

- Ensemencement des milieux de cultures

L'ensemencement de 2 milieux de culture était réalisé au fur et à mesure de l'obtention des diverses dilutions. Le premier milieu (VRBG) sert à la culture des entérobactéries et a été ensemencé à partir des dilutions 10⁰ et 10⁻¹. Le second milieu (PCA) sert à la culture de la flore mésophile totale (FMT) et a été ensemencé à partir des dilutions 10⁻¹, 10⁻² et 10⁻³.

Pour chaque ensemencement il a été pratiqué la méthode suivante :

Un ml de dilution souhaitée est déposé sur le fond d'une boîte de Pétri stérile. Il est alors coulé du milieu de culture choisi (réchauffé puis tiédi pour être liquide), le tout est homogénéisé puis laissé à refroidir jusqu'à solidification. Les boîtes ainsi obtenues sont ensuite complétées par une 2^{ème} couche pour la création de conditions aéro-anaérobies.

- Mise en étuve

Les boîtes de Pétri contenant le milieu PCA étaient laissées à l'étuve pendant 72h à 30°C, celles contenant le milieu VRBG étaient laissées 24h à 37°C.

- Dénombrement bactérien

Au terme de l'étuvage, les colonies bactériennes s'étant développées, nous pouvions procéder à leur comptage. Pour ce nous utilisons une source lumineuse et une loupe.

Pour la FMT, sur milieu PCA, les colonies apparaissent jaunes translucides et de quelques millimètres alors que pour les entérobactéries, sur VRBG, elles sont plus petites et violettes.

Cela permettait d'obtenir pour chaque dilution le nombre de colonies par boîte (=Unité Formant Colonie=UFC).

II.23) Résultats

II.231) Méthode de calculs (figure 6)

A partir du nombre d'UFC par boîte nous voulons obtenir les résultats en log₁₀ d'UFC par cm² de surface des carcasses prélevées. Pour cela il faut tenir compte de l'échantillon initial (20 cm²) et des différentes dilutions (cf. exemple 1). Pour une dilution donnée 10^{-X}, la formule pour obtenir le nombre d'UFC/cm² est :

$$\frac{(\text{nombre d'UFC à cette dilution}) * (\text{le volume de la solution initiale } 10^0)}{(\text{surface totale d'échantillon}) * (10^{-X})}$$

Lorsque les comptages le permettaient, nous ne retenions pour le calcul que les boîtes contenant de 30 à 300 colonies (N<30 équivaut à une dilution trop importante donc les résultats sont moins fiables, N>300 équivaut à une dilution insuffisante, les colonies sont incomptables). Cependant si pour toutes les dilutions d'un même prélèvement le nombre de colonies était inférieur à 30 on utilisait pour le calcul les résultats de la dilution minimale (cf. exemple 3).

Si pour le même prélèvement et pour 2 dilutions différentes, les boîtes comprenaient entre 300 et 30 colonies (cf. exemple 2) on utilisait alors un facteur de correction.

Exemple 1

	nombre de colonies dénombrées
FMT dilution 10^{-1}	>300=incomptables
dilution 10^{-2}	30
dilution 10^{-3}	2
nombre d'UFC pour 1ml de dilution 10^0	$30*1/10^{-2}=3000$

Or on a 20 cm² d'échantillon pour 100 ml de cette solution 10^0

Le résultat en UFC/cm² est donc obtenu selon l'opération suivante:

nombre d'UFC/cm ²	$3000*100/20=15000$
log (UFC/cm ²)	log (15000)=4,2

Exemple 2

	nombre de colonies dénombrées
FMT dilution 10^{-1}	270
dilution 10^{-2}	31
dilution 10^{-3}	3
nombre d'UFC pour 1ml de dilution 10^0	$(270+31)/0,11=2736$

0,11 est le facteur de correction

Or on a 20 cm² d'échantillon pour 100 ml de cette solution 10^0

Le résultat en UFC/cm² est donc obtenu selon l'opération suivante:

nombre d'UFC/cm ²	$2736*100/20=13680$
log (UFC/cm ²)	log (13680)=4,1

Exemple 3

	nombre de colonies dénombrées
FMT dilution 10^{-1}	27
dilution 10^{-2}	3
dilution 10^{-3}	1
nombre d'UFC pour 1ml de dilution 10^0	$27*1/10^{-1}=270$

Or on a 20 cm² d'échantillon pour 100 ml de cette solution 10^0

Le résultat en UFC/cm² est donc obtenu selon l'opération suivante:

nombre d'UFC/cm ²	$270*100/20=1350$
log (UFC/cm ²)	log (1350)=3,1

Une fois les résultats obtenus et exprimés en log (UFC/cm²) il faut déterminer le log moyen quotidien. Cela revient à faire la moyenne des résultats obtenus pour chaque animal sur une journée de prélèvement.

II.232) Présentation des résultats et analyse statistique

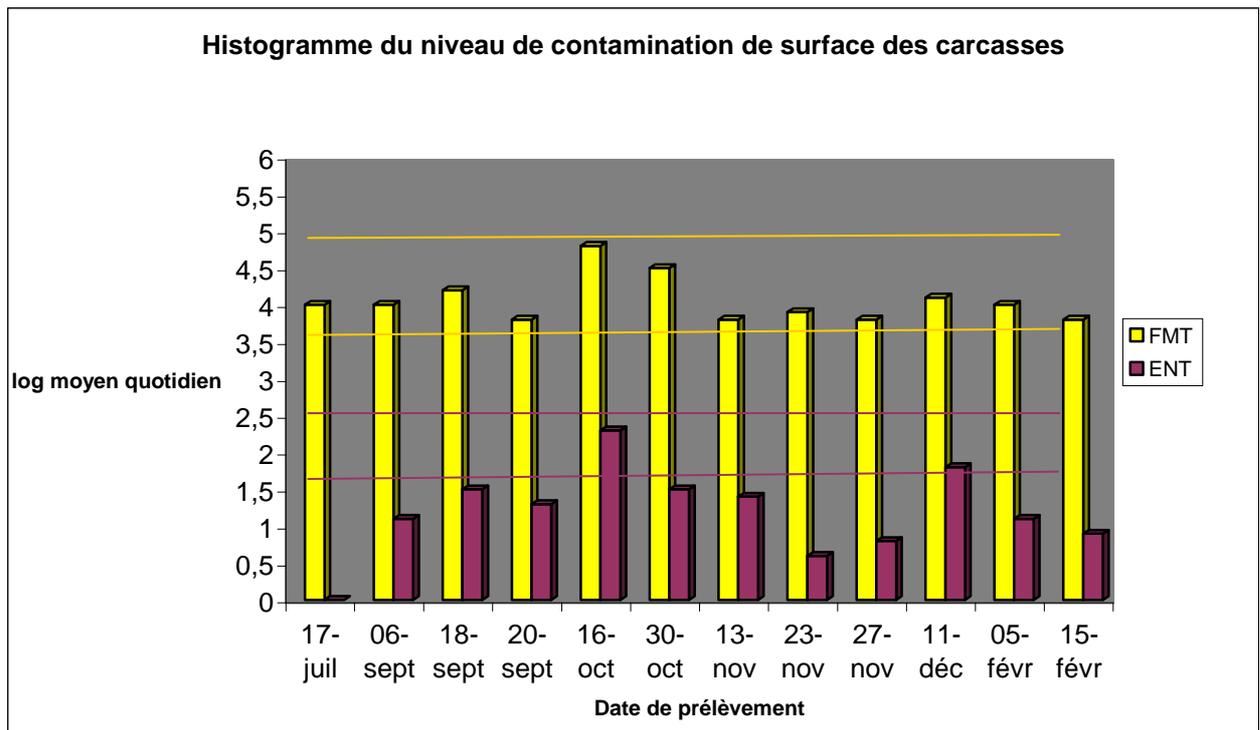
Nos résultats ont été obtenus par la récolte et l'analyse d'échantillons prélevés sur des bovins adultes en 12 matinées réparties sur 8 mois et réalisées dans le même abattoir. Ils sont présentés dans les tableaux joints en annexe (n°3) et sont résumés dans les figures suivantes (7,8 et 9) :

Figure 7 : Tableau de résultats

		17-juil	06-sept	18-sept	20-sept	16-oct	30-oct	13-nov	23-nov	27-nov	11-déc	05-févr	15-févr
ENT	en log moyen (UFC/cm ²)	0	1,1	1,5	1,3	2,3	1,5	1,4	0,6	0,8	1,8	1,1	0,9
	classe	A	A	A	A	M	A	A	A	A	M	A	A
		A=satisfaisant						M=acceptable					
FMT	en log moyen (UFC/cm ²)	4	4	4,2	3,8	4,8	4,5	3,8	3,9	3,8	4,1	4	3,8
	classe	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	A
		A=satisfaisant						M=acceptable					

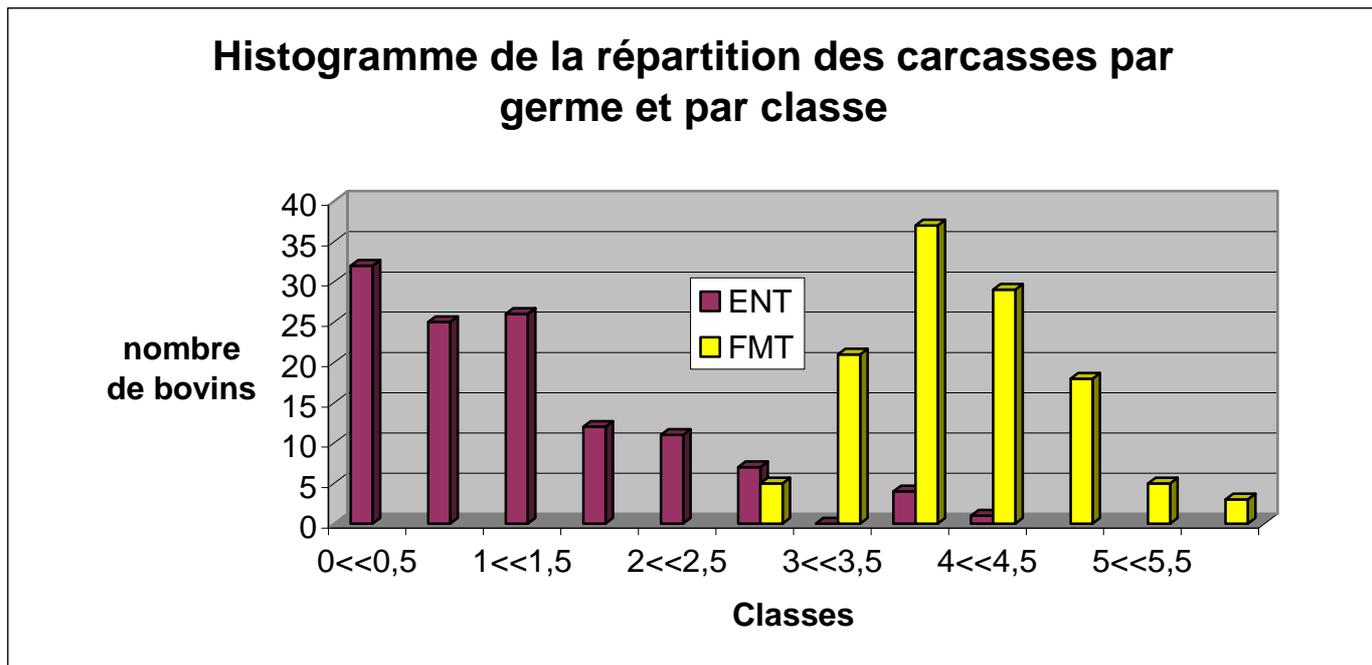
La moyenne logarithmique globale de tous nos prélèvements est de 1,2 (écartype=1) pour les entérobactéries et 4,01 (écartype=0,6) pour la flore totale. En ce qui concerne les log moyens quotidiens, 67% appartiennent à la classe A et 33% à la classe M pour les entérobactéries alors que 100% appartiennent à la classe M pour la flore totale. On peut le visualiser sur le graphique ci-dessous.

Figure 8 :



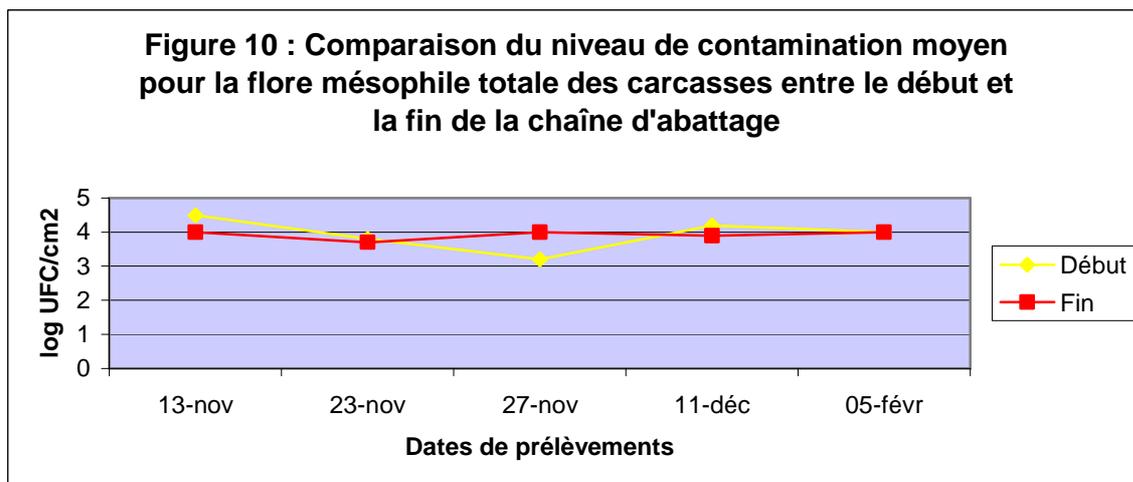
Nous avons réalisé la répartition des log (UFC/cm²) obtenus pour chaque vache en 12 classes de 0,5 log chacune pour affiner encore un peu la répartition des carcasses. Le profil de l'histogramme est différent entre les entérobactéries et la flore totale.

Figure 9 :



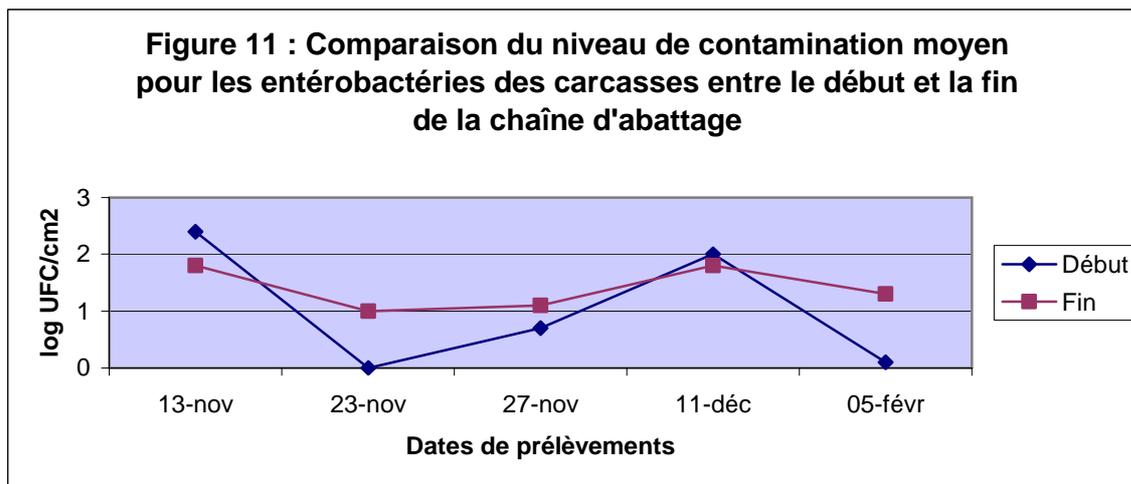
En effet pour les entérobactéries, on a 70% des carcasses qui se répartissent dans les 3 premières classes (dont 27% pour celle $< 0,5$ qui est la classe la plus représentée) sur les 9 obtenues alors que pour la flore totale, on a près de 90% des carcasses réparties de la 2^{ème} à la 4^{ème} classe (dont 31% pour celle $3,5 < < 4$ qui est la classe la plus représentée) sur les 7 classes obtenues.

Les prélèvements réalisés après l'habillage nous ont permis de suivre l'évolution de la contamination de surface des carcasses au cours de l'abattage en les confrontant à ceux obtenus en fin de chaîne, c'est à dire à la pesée. Cette comparaison apparaît pour chaque flore dans les graphiques suivants (figures 10 et 11) :



On voit sur ces graphiques que pour les 2 flores, il existe des variations des niveaux de contamination entre le début et la fin de chaîne sans qu'il y ait pour autant de constante. En effet, ces niveaux varient de façon aléatoire d'une journée de prélèvement à l'autre, une fois

sont identiques, la fois d'après sont plus faibles en fin de chaîne qu'à l'habillage ou encore le contraire. Parfois on a même une augmentation des entérobactéries alors qu'une diminution de la FMT est observée. Les différences sont encore plus élevées au niveau individuel et l'on peut observer une variation des niveaux de contamination aussi bien dans le sens d'une réduction ou d'une augmentation d'un animal prélevé à l'autre sur une même journée de prélèvement (cf. annexe 3, p57, comparaison entre les vaches n°1 et 2 pour la FMT).



Ces fluctuations rendent difficile la détermination du rôle réel que jouent les opérations d'abattage dans l'augmentation ou la diminution de la charge bactérienne des carcasses entre l'habillage et la pesée.

Enfin, pour mettre en évidence un rôle éventuel de la saison sur la contamination des carcasses, température plus élevée à la belle saison (favorisant la croissance bactérienne), temps humide au printemps et en automne (augmentation du niveau de souillure des animaux),..., nous avons réalisé un test d'analyse de variance à un facteur entre les échantillons obtenus en été, automne et hiver. Les résultats sont les suivants (figure 12):

Figure 12 : Test d'analyse de variance

FMT

Analyse de variance: un facteur

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
Eté	22	89,39	4,06	0,23	0,62
Automne	76	309,78	4,08	0,51	
Hiver	20	78,36	3,92	0,26	

Entérobactéries

Analyse de variance: un facteur

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Probabilité
Eté	22	20,56	0,93	0,88	0,22
Automne	76	100,35	1,32	1,05	
Hiver	20	20,79	1,04	1,08	

La probabilité est dans les 2 cas supérieure à 0,05 (5%), on peut donc conclure que pour ce risque il n'a aucune différence significative entre les moyennes des 3 groupes étudiés. On peut donc considérer que ces trois groupes appartiennent à la même population. Le facteur saison n'influe pas de façon significative (sur le plan statistique) sur le niveau de contamination des carcasses.

III) DISCUSSION

III.1) Etat de propreté de l'animal et contamination des carcasses

Dans notre étude, il ne semble pas y avoir de lien entre l'état de propreté visuelle des animaux vivants et niveau de contamination superficielle des carcasses (II.13). Les travaux de EVOY *et al.*, 2000 ont montré qu'il y avait une différence de contamination (pour la FMT) superficielle des carcasses entre des animaux peu sales et des animaux très sales mais que par contre il n'y avait pas de différence significative entre des animaux peu sales et moyennement sales et entre des animaux moyennement sales et très sales. Pour notre étude nous n'avons pas utilisé la même échelle d'évaluation du niveau de saleté de l'animal vivant, nos catégories sont certes différentes mais on peut néanmoins considérer que nos animaux prélevés appartiennent aux catégories sales et moyennement sales. De ce fait, nos résultats sont en accord avec ceux d'EVOY *et al.*. Par contre il est probable que les carcasses les plus souillées sur le plan visuel soient aussi les plus contaminées. Il serait d'ailleurs intéressant de déterminer quelle est l'origine de la saleté visuelle (=présence de souillures visibles sur les carcasses telles des fragments de fèces, des débris végétaux,...) des carcasses si elle n'est pas entièrement corrélée avec le niveau de saleté des animaux vivants. Est-ce dû à des fautes d'hygiène lors de l'habillage, de l'ensachage du rectum, de l'éviscération ? Est-ce un problème de méthode ? Est-ce dû à l'environnement ?

II.2) Les fiches de poste

Pour éviter l'apport de ces souillures et de toute autre source de contamination, il faut veiller au respect des prescriptions des fiches de poste. Dans le cadre de la mise en place de la méthode HACCP, l'abattoir était en train de revoir les fiches que nous avons utilisées pour nos observations et peut-être les nouvelles apporteront-elles des solutions pour certains des problèmes que nous avons soulevés en II.13. Elles pourraient par exemple préconiser :

- le rinçage de la partie de la goulotte d'éviscération qui rentre en contact avec la carcasse, entre deux animaux,
- de proscrire l'utilisation de l'eau sur les carcasses sauf si la présence de souillures visibles le justifie, car si l'eau réduit en partie la contamination, elle peut aussi servir de vecteur aux germes et ensemençer des parties de la carcasse saines jusque là.

Il faudrait surtout que l'exploitant renforce la motivation des ouvriers quant au respect des mesures d'hygiène telles que le lavage des mains et l'utilisation des stérilisateurs à couteaux ou à scies disposés à chaque poste de travail.

III.3) Sites de prélèvements et résultats

En ce qui concerne les localisations de nos sites de prélèvements, il nous semble intéressant de noter que ces zones ont été choisies par application de la réglementation et qu'elles font parties de celles pour lesquelles le niveau de contamination est le plus élevé. En effet, le rumsteck peut être largement souillé par les fèces présents aux marges de l'anus, le flanc et le gros bout de poitrine peuvent l'être lors des opérations d'habillage, d'éviscération et de rinçages éventuels, le collier peut être souillé par les outils de la saignée, les ruissellements contaminés (éviscération, fente), par les germes de l'œsophage et du rhino-pharynx, et de la tête.

Il est normal de réaliser les prélèvements des sites les plus contaminés, cependant, un seul résultat élevé sur les 4 peut à lui seul être responsable de l'obtention de résultats marginaux ou inacceptables alors que le reste de la carcasse est acceptable. De façon contraire, un rinçage des sites de prélèvement (flanc, gros bout de poitrine et collier) peut-être responsable de la dilution (voire réduction partielle) de la contamination et en cela masquer le niveau de contamination en affichant une valeur en dessous de la valeur réelle. Ces rinçages n'étant pas systématiques, cela explique en partie la variabilité et la non fiabilité des résultats concernant les prélèvements en fin d'habillage et à la pesée ainsi que leur difficulté d'interprétation (cf. II.232). A posteriori, on se rend compte qu'il aurait été très intéressant de noter les animaux ayant subi un rinçage important et de confronter leurs résultats à ceux qui n'en ont peu ou pas subi. Cela aurait permis d'étayer soit l'efficacité du douchage sur l'élimination de fèces, soit poser le problème de l'état de siccité de la surface au moment du prélèvement.

III.4) Saison et température /contamination

L'interprétation statistique des résultats des animaux prélevés en fin de chaîne laisse à penser que le facteur saison n'intervient pas sur le niveau de contamination superficielle des carcasses de bovins. Les résultats de DENNAÏ *et al.* (2001) et ceux de LASTA *et al.* (1992) et de LE TOUZE *et al.*, 1985 cités par DENNAÏ, tendent à montrer l'existence d'un effet de la saison, en effet DENNAÏ et LASTA observent une augmentation de la flore mésophile aérobie totale en été et une réduction en hiver sur les carcasses. Quant aux études de LE

TOUZE, elles montrent une augmentation en hiver de la contamination par la flore mésophile, les entérobactéries et les staphylocoques. On aurait donc d'après ces études aux résultats opposés un effet de la saison sur la contamination des carcasses. Mais comme le signalent LASTA *et al.*, il est probable que d'autres facteurs influent de manière plus probante sur la contamination superficielle des carcasses masquant ainsi l'effet saison (le degré d'hygiène, les outils, précautions lors de la dépouille, de l'éviscération, le jour de prélèvements, l'année,...). Le temps (pluviométrie, hygrométrie, température) conditionne grandement le niveau de souillure des animaux (sauf en hiver puisque les animaux sont rentrés à l'étable) or, comme nous l'avons vu précédemment le niveau de saleté (donc de contamination) des animaux vivants influe peu sur la contamination des carcasses (excepté pour les animaux très sales), il est probable que l'effet saison soit en effet peu important. Pour le paramètre température, même si les températures sont plus basses en hiver et réduisent ainsi la vitesse de croissance bactérienne, il ne faut pas oublier que la température corporelle des animaux puis celle des carcasses reste dans des valeurs supérieures à 30°C jusqu'à la mise en chambre froide. Il est donc probable que la température du hall d'abattage n'ait pas beaucoup d'importance sur le niveau de contamination des carcasses.

III.5) Bilan et comparaison du niveau d'hygiène

Enfin, nos résultats moyens quotidiens nous ont permis d'évaluer le niveau d'hygiène de l'abattoir, niveau qui se révèle acceptable (le plus souvent satisfaisant pour les entérobactéries et acceptable pour la FMT) ce qui traduit l'obligation pour cet abattoir de maintenir un rythme de prélèvement d'une fois tous les 5 jours d'abattage effectif. Par contre il peut conserver la possibilité d'analyse par regroupement d'échantillons. Les niveaux de contamination relevés tout au long de l'année, varient de 0 à 2,3 log₁₀ pour les entérobactéries et de 3,8 à 4,8 pour la FMT et sont comparables à ceux obtenus par ANDERSON *et al.* (1987) qui dénombrent sur des carcasses de bovins 0,4 log₁₀ pour les entérobactéries et 3,8 pour la FMT par la méthode destructrice et avant décontamination par lavage. Nos résultats donnent des valeurs supérieures à celles de PHILLIPS *et al.* (2000) qui obtiennent dans différents abattoirs de 2,89 log₁₀ à 3,17 pour la FMT (avant HACCP) et 2,17 à 2,43 (après HACCP). Nos résultats n'apparaissent cependant pas anormaux puisqu'il est très difficile de comparer des résultats provenant d'abattoirs différents, de pays, de méthodes et d'équipes différentes (d'abattage et de prélèvement et de traitements des échantillons),... .

CONCLUSION

Le contrôle et la maîtrise de l'hygiène à l'abattoir, premier maillon de la chaîne d'élaboration des produits alimentaires d'origine animale, sont essentiels pour assurer la satisfaction et la sécurité des consommateurs.

Différentes méthodes ont été envisagées pour la prévention et la réduction de la contamination de surface des carcasses par les bactéries. Aucune ne permet de stériliser les carcasses, sans en altérer la qualité ou empêcher la recontamination ultérieure. Ces méthodes utilisées, seules ou associées entre elles, permettent de maintenir la contamination à un niveau acceptable. Les produits doivent cependant être gardés sous le couvert du froid pour ralentir la prolifération bactérienne.

Au niveau de l'abattoir étudié, si nos résultats mettent en évidence quelques anomalies d'hygiène, ils restent cependant dans des valeurs acceptables. Il serait par ailleurs intéressant de confronter ces résultats à ceux obtenus par le même abattoir, qui a mis en place depuis un système HACCP, et de suivre leur évolution.

Enfin, si dans un futur proche, on souhaitait encore améliorer ces résultats, alors que toutes les mesures d'hygiène sont respectées, il est intéressant de savoir qu'il existe en réserve l'utilisation possible de différentes méthodes de décontamination, méthodes qui ont prouvé leur innocuité pour le produit et le consommateur et leur efficacité dans la réduction de la contamination bactérienne de surface des carcasses.

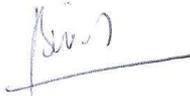
AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, P. DESNOYERS, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
M. VALLOTTON Frédéric, Marc
a été admis(e) sur concours en : 1999
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 11 mars 2004
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

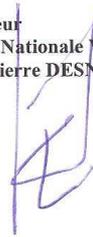
AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussignée, G. BENARD, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :
M. VALLOTTON Frédéric, Marc
intitulée :
« Evaluation de l'hygiène sur une chaîne d'abattage bovin à l'aide d'examens bactériologiques de surface »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Geneviève BENARD**



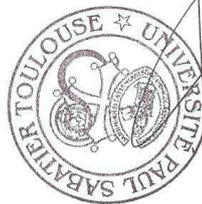
**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Docteur Pierre DESNOYERS**



**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Gérard CAMPISTRON**

Professeur G.H. CAMPISTRON
SERVIRE DE PHYSIOLOGIE
Faculté des sciences pharmaceutiques
35, chemin des Maraichers
31062 TOULOUSE CEDEX
Tél. 62 25 68 18 FAX 62 26 26 33

**Vu le : 22 JUIN 2004
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU**



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ANDERSON, M.E., HUFF, H.E., NAUMANN H.D. et al.** Evaluation of Swab and Tissue Excision Methods for Recovering Microorganisms from Washed and Sanitized Beef Carcasses. *Journal of Food Protection*, 1987, **50**, 9, 741-743
2. **ANONYME.** Journal officiel, Arrêté du 17 mars 1992 modifié
3. **ANONYME.** Journal Officiel des Communautés européennes : Décision de la commission du 8 juin 2001, 2001/471/CE
4. **ANONYME.** Journal officiel de la République Française, Note de Service du 10 juin 2002, DGAL/SDSSA/N2002-8087
5. **ANONYME.** Journal officiel de la République Française, Note de Service du 20 décembre 2002, DGAL/SDSSA/N2002-8184
6. **BACON, R.T., BELK, K.E., SOFOS, J.N., et al.** Microbial Populations on Animal Hides and Beef Carcasses at Different Stages of Slaughter in Plants Employing Multiple-Sequential Interventions for Decontamination. . *Journal of Food Protection*, 2000, **63**, 8, 1080-1086
7. **BLANC, C.** Les bactériocines de bactéries lactiques. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, 1996, 65p
8. **BOLDER, N.M.** Decontamination of meat and poultry carcasses. *Trends in Food Science and Technology*, 1997, **8**, 7, 221-227
9. **BORCH, E., NESBAKKEN, T., CHRISTENSEN, H.** Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 1996, **30**, 9-25
10. **CADEBO, L., SOFOS, J.N., SMITH, G.C.** Removal of Bacteria from Beef tissue by Spray Washing after Different Times of Exposure to Fecal Material. *Journal of Food Protection*, 1996, **59**, 12, 1284-1287
11. **CASTILLO₁, A., DICKSON, J.S., CLAYTON, R.P., et al.** Chemical Dehairing of Bovine Skin to Reduce Pathogenic Bacteria and Bacteria of Fecal Origin. *Journal of Food Protection*, 1998, **61**, 5, 623-625
12. **CASTILLO₂, A., LUCIA, L.M., GOODSON, K.J., et al.** Comparison of Water Wash, Trimming, and Combined Hot Water and Lactic Acid Treatments for Reducing Bacteria of Fecal Origin on Beef Carcasses. *Journal of Food Protection*, 1998, **61**, 7, 823-828
13. **CASTILLO₃, A., LUCIA, L.M., GOODSON, K.J., et al.** Use of Hot Water for Beef Carcass Decontamination. *Journal of Food Protection*, 1998, **61**, 1, 19-25
14. **CUTTER, C.N., DORSA, W.J., SIRAGUSA, G.R.** Parameters affecting the efficacy of spray washes against *Escherichia coli* O157 : H7 and fecal contamination on beef. *Journal of Food Protection*, 1997, **60**, 6, 614-618
15. **CUTTER, C.N., SIRAGUSA, G.R.** Population Reductions of Gram-Negative Pathogens Following Treatments with Nisin and Chelators under various conditions. *Journal of Food Protection*, 1995, **58**, 9, 977-983
16. **CUTTER, C.N., SIRAGUSA, G.R.** A Research note. Treatments with Nisin and Chelators to Reduce *Salmonella* and *Escherichia coli* on Beef. *Journal of Food Protection*, 1995, **58**, 9, 1028-1030
17. **DENNAÏ, N., KHARRATI, B., EL YACHIOUI, M.** Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses de bovins fraîchement abattus. *Annales de Médecine vétérinaire*, 2001, **145**, 270-274
18. **DICKSON, J.S., ANDERSON, M.E.** Microbial Decontamination of Food Animal Carcasses by Washing and Sanitizing Systems : A Review. *Journal of Food Protection*, 1992, **55**, 2, 133-140

- 19. DORSA, W.J., CUTTER, C.N., SIRAGUSA, G.R.** Effects of Acetic Acid, Lactic Acid and Trisodium Phosphate on the Microflora of Refrigerated Beef Carcass Surface Tissue Inoculated with *Escherichia coli* O157 : H7, *Listeria innocua* and *Clostridium sporogenes*. Journal of Food Protection, 1997, **60**, 6, 619-624
- 20. DORSA, W.J., CUTTER, C.N., SIRAGUSA, G.R.** Bacterial Profile of Ground Beef Made from Carcass Tissue Experimentally contaminated with Pathogenic and Spoilage Bacteria before Being Washed with Hot Water, Alkaline Solution, or Organic Acid and then Stored at 4°C or 12°C. . Journal of Food Protection, 1998, **61**, 9, 1109-1118
- 21. EVOY, J.M., DOHERTY, A.M., FINNERTY, M. et al.** The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir. Letters in Applied Microbiology 2000, **30**, 390-395
- 22. FRATAMICO, P.M., SCHULTZ, F.J., BENEDICT, R.C., et al.** Factors Influencing Attachment of *Escherichia coli* O157 : H7 to Beef Tissues and Removal Using Selected Sanitizing Rinses. Journal of Food Protection, 1996, **59**, 5, 453-459
- 23. FROUIN, A., JONDEAU, D.** Les opérations d'abattage. In C.N.E.R.M.A. Commission "viandes et produits carnés", hygiène et technologie de la viande fraîche. Ed. C.N.R.S, Paris, 1982, 33-56
- 24. GORMAN, B.M., MORGAN, J.B., SOFOS, J.N., et al.** Microbiological and Visual Effects of Trimming and/or Spay Washing for Removal of Fecal Material from Beef, Journal of Food Protection, 1995, **58**, 9, 984-989
- 25. HIRSCH, D.C.** The Alimentary Canal as a Microbial Habitat. In : Veterinary microbiology. Ed. Hirsch, D.C et Yuan Chung Zee. 1999. Chap 7 ; 61-64
- 26. KELLY, C.A., DEMPSTER, J.F., et McLOUGHLIN, A.J.** The effect of temperature, pressure and chlorine concentration of spray washing water on number of bacteria on lamb carcasses. Journal of Applied Bacteriology, 1981, **51**, 3, 415-424
- 27. KOICHEVAR, S.L., SOFOS, J.N., BOLIN, R.R. et al.** Steam Vacuuming as a Pre-Evisceration Intervention To Decontaminate Beef Carcasses. Journal of Food Protection, 1997, **60**, 2, 107-113
- 28. NUTSCH, A.L., PHEBUS, R.K., RIEMANN, M.J., et al.** Steam Pasteurization of Commercially Slaughtered Beef Carcasses : Evaluation of Populations at Five Anatomical Locations, Journal of Food Protection, 1998, **61**, 5, 571-577
- 29. PHILLIPS, D., SUMMER, J., ALEXENDER, J.F. et al.** Microbiological Quality of Australian Beef. Journal of Food Protection, 2000, **64**, 5, 692-696
- 30. RAHKIO, T.M., KORKEALA, H.J.** Airborne Bacteria and Carcass Contamination in Slaughterhouses. Journal of Food Protection, 1997, **60**, 1, 38-42
- 31. SCHNELL, T.D., SOFOS, J.N., LITTLEFIELD, V.G., et al.** Effects of Postexsanguination Dehairing on the Microbial Load and Visual Cleanliness of Beef Carcasses. Journal of Food Protection, 1995, **58**, 12, 1297-1302
- 32. SCOTT, D.W.** Structure and function of the skin. In : Large Animal Dermatology, 1988, Philadelphia : Sanders, W.B. 487p
- 33. SIONNEAU, O.** : La contamination superficielle des carcasses de bovins: origine, prévention, décontamination. Thèse de doctorat vétérinaire, Alfort, 1993, 120p
- 34. SOFOS, J.N., KOICHEVAR, S.L., BELLINGER, G.R., et al.** Sources and Extent of Microbiological contamination of Beef Carcasses in Seven States Slaughtering Plants. Journal of Food Protection, 1999, **62**, 2, 140-145
- 35. WOOLCOCK, J.B.** Microbiological Ecology of the Normal Animal : Non intestinal surfaces. In : Microbiology of animals and animal products. World animal Science. 1991. The Netherlands : Woolcock, J.B : 1-17
- 36. YOKOYAMA, M.T., JOHNSON, K.A.** Microbiology of the rumen and intestine. In: The ruminant animal, Digestive physiology and nutrition, DC Church edition, 1988, chap. 7, 125-144

ANNEXES

Annexe 1 : Grille d'évaluation simplifiée du niveau de souillure

	Heure d'abattage	n° de prélèvement		n° de l'animal	Poil		Etat de propreté	
		D	F		L	S	0	1
1					L	S	0	1
					C	M	2	3
2					L	S	0	1
					C	M	2	3
3					L	S	0	1
					C	M	2	3
4					L	S	0	1
					C	M	2	3
5					L	S	0	1
					C	M	2	3

Abattoir
A
Date
Cadence
nbre total d'animaux
nbre d'ouvriers sur la chaîne
Température

REMARQUES :

D=début de chaîne (entre habillage et éviscération)

F=fin de chaîne (à la pesée)

L=long

C=court

S=sec

M=mouillé

Annexe 2 : Organigramme de la chaîne d'abattage bovin.

Opérateur 1	AMENEE ETOURDISSEMENT ACCROCHAGE Au réseau saignée SAIGNEE
Opérateurs 2	ABLATIONS des cornes ABLATION de la mamelle TRACAGE DEPOUILLE au perco ABLATION pied AR D
Opérateur 3	TRANSFERT avec prise au crochet TRACAGE ABLATION pied AR G DEPOUILLE au perco ACCROCHAGE au réseau birail
Opérateur 4	IDENTIFICATION par pose de la manuboucle ABLATION des pattes AV TRACAGE
Opérateurs 4 et 5	POSE des CHAINES ARRACHAGE DEPOSE du CUIR

Opérateur 5	MARQUAGE LIGATURE de l'herbière SECTION du sternum
Opérateur 6	FENTE du casie TRAVAIL du rectum EVISCERATION DEGAGEMENT des abats
Opérateur 7	IDENTIFICATION et sortie des abats ABLATION de la tête
Opérateur 8	ASPIRATION de la moelle épinière FENTE PARAGE DOUCHAGE
Opérateur 9	EMOUSSAGE
Opérateur 10	PESEE et CLASSEMENT POSE du ticket de pesée TRANSFERT vers le poste de ressuage

Annexe 3 17/07/2001

	prélèvement	5	6	7	8	9	11	12	
	espèces	vaches							
entéroB	dilution -1	/	/	/	/	/	/	/	
	TOTAL (UFC/cm ²)	/	/	/	/	/	/	/	
	en log	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	classe	A	A	A	A	A	A	A	A

log10 (UFC/cm²) moyens quotidiens

F M T	dilution -1	166	92	226	183	INC	137	264	
	dilution -2	17	11	26	16	49	9	26	
	dilution -3	1	/	2	3	3	/	3	
	TOTAL	8300	4600	11300	9150	24500	6850	13200	
	en log	3,9	3,7	4,1	4,0	4,4	3,8	4,1	4,0
	classe	M	M	M	M	M	M	M	M

log10 (UFC/cm²) moyens quotidiens

06/09/2001

	n°prlv	1	2	3	
	espèce	vaches			
	0	2	2	5	
entéroB	-1	/	/	/	
	TOTAL (UFC/cm ²)	10	10	25	
	en log	1,0	1,0	1,4	1,1
	classe	A	A	A	A

entéroB=entérobactérie
FMT=flore mésophile totale

	-1	42	INC	INC	
FMT	-2	8	INC	6	
	-3	1	34	/	
	TOTAL	2100	170000	3000	
	en log	3,3	5,2	3,5	4,0
	classe	A	I	A	M

Tableaux présentant les résultats, des prélèvements bactériens pour les entérobactéries et pour la flore mésophile totale, en log10 (UFC/cm²) pour chaque journée de prélèvement

18/09/2001

	n°prlvt	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	espèce	vache cons	vache cons	vache cons	vache cons	vaches				vache cons	
entéroB	0	197	7	6	14	2	6	10	4	/	
	-1	13	1	/	/	1	2	2	/	/	
	TOTAL	985	35	30	70	10	30	50	20	/	
	en log	3,0	1,5	1,4	1,8	1,0	1,4	1,7	1,3	/	1,5
	classe	I	M	A	M	A	A	M	A	A	A
FMT	-1	INC	149	INC	INC	56	INC	235	INC	INC	
	-2	20	17	48	147	9	66	1	64	57	
	-3	5	1	4	10	2	2	/	/	2	
	TOTAL	10000	7450	24000	73500	2800	33000	11750	32000	28500	
	en log	4,0	3,9	4,4	4,9	3,4	4,5	4,1	4,5	4,5	4,2
	classe	M	M	M	M	A	M	M	M	M	M

20/09/2001

	n°prlvt	3	4	5	
	espèce	vache	vac con	vache	
entéroB	0	133	2	/	
	-1	4	0	/	
	TOTAL	665	10	/	
	en log	2,8	1,0	/	1,3
	classe	I	A	A	A

Vac=vache
Cons=consigne

FMT	-1	255	148	43	
	-2	18	14	3	
	-3	2	5	1	
TOTAL	12750	7400	2150		
en log	4,1	3,9	3,3		3,8
classe	M	M	A		M

16/10/2001

	n°prlv	3	4	5	
	espèce	vaches			
entéro	0	29	45	38	
	-1	1	6	4	
	TOTAL	145	225	190	
	en log	2,2	2,4	2,3	2,3
	classe	M	M	M	M
FMT	-1	INC	INC	INC	
	-2	273	INC	76	
	-3	29	9	12	
	TOTAL	136500	45000	38000	
	en log	5,1	4,7	4,6	4,8
	classe	I	M	M	M

30/10/2001

	n°prlv	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	espèce	vache	consignées		vaches						
entéroB	0	/	43	187	9	7	200	20	1	/	3
	-1	/	3	18	0	2	17	1	/	/	/
	TOTAL	/	215	935	45	35	1000	100	5	/	15
	en log	/	2,3	3,0	1,7	1,5	3,0	2,0	0,7	/	1,2
	classe	A	M	I	M	M	I	M	A	A	A

Suite

	n°prlv	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	espèce	vaches				vaches consignées						vache
	0	1	/	136	2	4	7	4	5	10	28	
	-1	/	/	21	1	/	/	3	/	1	2	
	TOTAL	5	/	680	10	20	35	20	25	50	140	
	en log	0,7	/	2,8	1,0	1,3	1,5	1,3	1,4	1,7	2,1	1,5
	classe	A	A	I	A	A	M	A	A	M	M	A

FMT	-1	INC	INC	INC	172	184	INC	INC	65	107	240
	-2	40	39	168	16	13	INC	INC	11	7	40
	-3	5	6	24	5	/	77	90	4	1	2
	TOTAL	20000	19500	84000	8600	9200	385000	450000	3250	5350	12727
	en log	4,3	4,3	4,9	3,9	4,0	5,6	5,7	3,5	3,7	4,1
	classe	M	M	I	M	M	I	I	M	M	M

Suite

	-1	INC	INC	INC	INC	INC	INC	201	INC	INC	116	
	-2	55	40	INC	52	192	23	11	INC	173	19	
	-3	4	8	57	3	36	5	3	176	12	2	
	TOTAL	27500	20000	285000	26000	103636	11500	10050	880000	86500	5800	
	en log	4,4	4,3	5,5	4,4	5,0	4,1	4,0	5,9	4,9	3,8	4,5
	classe	M	M	I	M	I	M	M	I	I	M	M

13/11/2001

	n°prlv	3	5	7	8	10	11	12	13	14
	espèce	vaches								
entéroB	0	8	3	/	INC	47	3	/	3	2
	-1	/	/	/	165	5	1	/	1	/
	TOTAL	40	15	/	8250	235	15	/	15	10
	en log	1,6	1,2	/	3,9	2,4	1,2	/	1,2	1,0
	classe	M	A	A	I	M	A	A	A	A

suite

	n°prlv	17	18	19	20	21	22	23	24	
	espèce	vac cons	vache	vac cons	vaches					
	0	2	9	5	23	5	3	4	12	
	-1	/	1	2	1	2	/	/	/	
	TOTAL	10	45	25	115	25	15	20	60	
	en log	1,0	1,7	1,4	2,1	1,4	1,2	1,3	1,8	1,4
	classe	A	M	A	M	A	A	A	M	A

FMT	-1	INC	26	90	281	220	8	31	70	178
	-2	106	6	21	40	35	2	2	2	29
	-3	17	2	4	8	2	/	/	/	6
	TOTAL	53000	1300	4500	14591	11591	400	1550	3500	8900
	en log	4,7	3,1	3,7	4,2	4,1	2,6	3,2	3,5	3,9
	classe	M	A	M	M	M	A	A	M	M

suite

	-1	13	30	47	180	299	INC	186	INC	
	-2	2	4	25	22	20	172	12	101	
	-3	/	/	6	4	3	1	1	5	
	TOTAL	650	1500	2350	9000	14950	86000	9300	50500	
	en log	2,8	3,2	3,4	4,0	4,2	4,9	4,0	4,7	3,8
	classe	A	A	A	M	M	M	M	M	M

13/11/2001

Dépouille

n°prlvt	1	2	4	6	9	15	16	
entéroB								
espèce	vaches							
0	/	60	62	INC	68	104	51	
-1	/	8	8	300	7	14	11	
TOTAL	/	300	310	15000	340	520	255	
en log	/	2,5	2,5	4,2	2,5	2,7	2,4	2,4
classe	A	I	I	I	I	A	M	M

Pesée

n°prlvt	3	5	7	8	10	20	21	
espèce	vaches							
0	8	3	/	INC	47	23	5	
-1	/	/	/	165	5	1	2	
TOTAL	40	15	/	8250	235	115	25	
en log	1,6	1,2	/	3,9	2,4	2,1	1,4	1,8
classe	M	A	A	I	M	M	A	M

Dépouille

FMT	-1	150	INC	INC	INC	INC	INC	218	
	-2	24	219	30	INC	80	40	30	
	-3	3	4	4	88	7	7	9	
TOTAL	7500	109500	15000	440000	40000	20000	11273		
en log	3,9	5,0	4,2	5,6	4,6	4,3	4,1	4,5	
classe	M	I	M	I	M	M	M	M	

Pesée

-1	INC	26	90	281	220	180	299	
-2	106	6	21	40	35	22	20	
-3	17	2	4	8	2	4	3	
TOTAL	53000	1300	4500	14591	11591	9000	14950	
en log	4,7	3,1	3,7	4,2	4,1	4,0	4,2	4,0
classe	M	A	M	M	M	M	M	M

23/11/2001

	n°prlv	2	4	5	6	7	8	9	10	11		
	espèce	vaches			consigne	vache	consigne	vaches				
entéroB	0	80	/	/	/	/	/	2	1	5		
	-1	13	/	/	/	/	/	/	/	1		
	TOTAL	400	/	/	/	/	/	10	5	25		
	en log	2,6	/	/	/	/	/	1,0	0,7	1,4	0,6	
	classe	I	A									

FMT	-1	152	13	108	INC	INC	INC	32	123	INC	
	-2	18	/	5	32	110	101	5	30	30	
	-3	4	/	/	2	39	/	/	4	12	
	TOTAL	7600	650	5400	16000	67727	50500	1600	6955	15000	
	en log	3,9	2,8	3,7	4,2	4,8	4,7	3,2	3,8	4,2	3,9
	classe	M	A	M	M	M	M	A	M	M	M

23/11/2001

		Dépouille			
	n°prlv	4	5	7	
	espèce	vaches			
entéroB	0	/	/	/	
	-1	/	/	/	
	TOTAL	/	/	/	
	en log	/	/	/	0,0
	classe	A	A	A	A

		Pesée			
		9	10	11	
	espèce	vaches			
		2	1	5	
		/	/	1	
		10	5	25	
	en log	1,0	0,7	1,4	1,0
	classe	A	A	A	A

FMT 10	-1	13	108	INC	
	-2	/	5	110	
	-3	/	/	39	
	TOTAL	650	5400	67727	
	en log	2,8	3,7	4,8	3,8
	classe	A	M	M	M

		32	123	INC	
		5	30	30	
		/	4	12	
		1600	6955	15000	
	en log	3,2	3,8	4,2	3,7
	classe	A	M	M	M

27/11/2001

	n°prlv	1	3	6	8	9	11	12	13
	espèce	vaches							consigne
entéroB	0	/	1	/	1	7	1	/	1
	-1	/		/	/	1	0	/	3
	TOTAL	/	5	/	5	35	5	/	5
	en log	/	0,7	/	0,7	1,5	0,7	0,0	0,7
	classe	A	A	A	A	M	A	A	A

	n°prlv	14	15	16	17	18	19	20	
	espèce	consigne	vache	consigne	vaches				
	0	/	20	2	36	/	2	/	
	-1	/	2		1	/		1	
	TOTAL	/	100	10	180	/	10	50	
	en log	0,0	2,0	1,0	2,3	0,0	1,0	1,7	0,8
	classe	A	M	A	M	A	A	M	A

FMT	-1	26	103	25	110		218	14	73
	-2	1	14	3	22	140	24	2	9
	-3	5			1	16	1	1	3
	TOTAL	1300	5150	1250	5500	70000	10900	700	3650
	en log	3,1	3,7	3,1	3,7	4,8	4,0	2,8	3,6
	classe	A	M	A	M	M	M	A	M

	-1	50	160	146		47		102	
	-2	7	17	13	240	1	43	13	
	-3		2	3	20		7	3	
	TOTAL	2500	8000	7300	120000	2350	21500	5100	
	en log	3,4	3,9	3,9	5,1	3,4	4,3	3,7	3,8
	classe	A	M	M	I	A	M	M	M

27/11/2001

Dépouille

	n°prlv	2	4	5	10	
	espèce	vaches				
entéroB	0	/	10	/	2	
	-1	/	1	/	1	
	TOTAL	/	50	/	10	
	en log	0,0	1,7	0,0	1,0	0,7
	classe	A	M	A	A	A

Pesée

	6	9	11	15	
	vaches				
	/	7	1	20	
	/	1	0	2	
	/	35	5	100	
	/	1,5	0,7	2,0	1,1
	A	M	A	M	A

FMT	-1	2	50	280	48	
	-2	1	6	38		
	-3	0	4	2	4	
	TOTAL	100	2500	14455	2400	
	en log	2,0	3,4	4,2	3,4	3,2
	classe	A	A	M	A	A

	25		218	160	
	3	140	24	17	
		16	1	2	
	1250	70000	10900	8000	
	3,1	4,8	4,0	3,9	4,0
	A	M	M	M	M

11/12/2001

	n°prlv	1	4	6	7	8	9	10
	espèce	vaches						
entéroB	0	4	32	53	1	3	2	1
	-1	/	2	4	/	/	1	/
	TOTAL	20	160	265	5	15	10	5
	en log	1,3	2,2	2,4	0,7	1,2	1,0	0,7
	classe	A	M	M	A	A	A	A

	n°prlv	10	13	14	15	16	17
	espèce	vaches					
	0	1	INC	2	INC	INC	/
	-1	/	105	/	300	97	/
	TOTAL	5	5250	10	15000	4850	/
	en log	0,7	3,7	1,0	4,2	3,7	/
	classe	A	I	A	I	I	A
							1,8
							M

FMT	-1	184	232	INC	16	64	INC	INC
	-2	13	19	29	7	4	47	36
	-3	/	4	1	1	/	41	8
	TOTAL	9200	11600	14500	800	3200	40000	18000
	en log	4,0	4,1	4,2	2,9	3,5	4,6	4,3
	classe	M	M	M	A	A	M	M

	-1	INC	INC	81	INC	INC	74
	-2	36	INC	/	71	91	7
	-3	8	28	6	11	16	1
	TOTAL	18000	140000	4050	35500	45500	3700
	en log	4,3	5,1	3,6	4,6	4,7	3,6
	classe	M	I	M	M	M	M
							4,1
							M

11/12/2001

Dépouille

	n°prlv	2	3	5	11	12	
	espèce	vaches					
entéroB	0	101	/	115	1	INC	
	-1	6	/	17	/	86	
	TOTAL	505	/	575	5	4300	
	en log	2,7	/	2,8	0,7	3,6	2,0
	classe	I	A	I	A	I	M

Pesée

	n°prlv	6	7	10	14	15	
	espèce	vaches					
	0	53	1	1	2	INC	
	-1	4	/	/	/	300	
	TOTAL	265	5	5	10	15000	
	en log	2,4	0,7	0,7	1,0	4,2	1,8
	classe	M	A	A	A	I	M

Dépouille

FMT	-1	INC	34	INC	13	INC	
	-2	39	3	38	1	INC	
	-3	1	3	4	/	300	
	TOTAL	19500	1700	19000	650	1500000	
	en log	4,3	3,2	4,3	2,8	6,2	4,2
	classe	M	A	M	A	I	M

Pesée

	-1	INC	16	INC	81	INC	
	-2	29	7	36	/	71	
	-3	1	1	8	6	11	
	TOTAL	14500	800	18000	4050	35500	
	en log	4,2	2,9	4,3	3,6	4,6	3,9
	classe	M	A	M	M	M	M

05/02/2002

	n°prlv	1	3	5	7	8	9	11	12
	espèce	vaches						vaches	
entéroB	0	/	/	6	1	/	/	47	3
	-1	/	/	/	/	/	/	4	1
	TOTAL	/	/	30	5	/	/	235	15
	en log	/	/	1,5	0,7	/	/	2,4	1,2
	classe	A	A	A	A	A	A	M	A

	n°prlv	14	15	16	17	18	19	20	
	espèce	cons	vaches		cons	vaches			
	0	/	/	2	INC	8	6	2	
	-1	1	/	/	78	/	2	1	
	TOTAL	50	/	10	3900	40	30	10	
	en log	1,7	/	1,0	3,6	1,6	1,5	1,0	1,1
	classe	M	A	A	I	M	A	A	A

FMT	-1	48	29	126	220	116	164	INC	71
	-2	7	/	11	15	17	12	23	5
	-3	9	/	/	2	1	1	/	1
	TOTAL	2400	1450	6300	11000	5800	8200	11500	3550
	en log	3,4	3,2	3,8	4,0	3,8	3,9	4,1	3,6
	classe	A	A	M	M	M	M	M	M

	-1	INC	54	55	INC	INC	INC	252	
	-2	104	1	2	52	118	INC	24	
	-3	10	/	/	2	23	11	3	
	TOTAL	52000	2700	2750	26000	59000	55000	12600	
	en log	4,7	3,4	3,4	4,4	4,8	4,7	4,1	4,0
	classe	M	A	A	M	M	M	M	M

05/02/2002

Dépouille

	n°prlv	2	4	6	10	13	
	espèce	vaches					
entéroB	TOTAL	/	/	5	/	/	
	en log	/	/	0,7	/	/	0,1
	classe	A	A	A	A	A	A

Pesée

	n°prlv	5	9	11	16	19	
	espèce	vaches					
	TOTAL	30	/	235	10	30	
	en log	1,5	/	2,4	1,0	1,5	1,3
	classe	A	A	M	A	A	A

Dépouille

FMT	TOTAL	9700	215000	1050	550	142000	
	en log	4,0	5,3	3,0	2,7	5,2	4,0
	classe	M	I	A	A	I	M

Pesée

	TOTAL	6300	8200	11500	2750	55000	
	en log	3,8	3,9	4,1	3,4	4,7	4,0
	classe	M	M	M	A	M	M

15/02/2002

	n°prlv	6	7	8	9	10	
	espèce	vaches			consigne	vache	
entéroB	0	3	134	/	/	1	
	-1	1	15	/	/	/	
	TOTAL	15	670	/	/	5	
	en log	1,2	2,8	0,0	0,0	0,7	0,9
	classe	A	I	A	A	A	A

FMT	-1	42	INC	INC	106	INC	
	-2	3	42	4	13	51	
	-3	6	7	/	3	9	
	TOTAL	2100	21000	2000	5300	25500	
	en log	3,3	4,3	3,3	3,7	4,4	3,8
	classe	A	M	A	M	M	M

NOM : VALLOTTON

FRENOM : FREDERIC

TITRE : EVALUATION DE L'HYGIENE SUR UNE CHAÎNE D'ABATTAGE BOVIN A L'AIDE D'EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DE SURFACE

RESUME : Dans cette étude, une synthèse des sources de contamination bactérienne des carcasses de bovins fraîchement abattus, et une synthèse des méthodes permettant de prévenir ou de réduire cette contamination ont été réalisées.

Dans un abattoir de la région Midi-Pyrénées, le niveau d'hygiène a été évalué de façon globale au niveau de l'abattoir, et de façon plus précise, pour les carcasses par l'intermédiaire d'analyses bactériologiques. Les échantillons ont été prélevés sur 118 demi-carcasses par la méthode d'excision.

L'étude bactériologique a porté sur la flore mésophile pour l'évaluation de la charge bactérienne globale et sur les entérobactéries pour l'évaluation de la contamination fécale. Les résultats sont présentés ici et sont discutés en fonction de divers facteurs de variation envisagés.

MOTS-CLES : Abattoir- Hygiène- Bactéries- Contamination de surface- Carcasses- Bovin.

ENGLISH TITLE : ASSESSMENT OF THE HYGIENE ON A BOVINE SLAUGHTER LINE BY MEANS OF BACTERIOLOGICAL EXAMINATIONS OF SURFACE

ABSTRACT : In this study, a synthesis of the sources of bacteria of the carcasses of slaughtered cattle and a synthesis of the methods allowing to prevent or to reduce this contamination were realized.

In a slaughterhouse of Midi-Pyrénées, the level of hygiene was estimated, and in a more precise way, by bacteriological examination of carcasses. Samples were taken from 118 half-carcasses by the method of excision.

The bacteriological study concerned the mesophilic flora for the evaluation of the global bacteria load and the enterobacteria for the evaluation of the faecal contamination. The results are presented here and are discussed according to different factors of variation.

KEY WORDS : Slaughterhouse- Hygiene- Bacteria- Contamination of surface- Carcasses- Bovine.