



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints> ID : 5101

To cite this version :

Sieng, Marivan. *La détection de la tuberculose bovine dans les abattoirs du Sud-Ouest de 2001 à 2010 : analyse des données d'inspection et des résultats histologiques et bactériologiques*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse – ENVT, 2011, 64 p.

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

LA DÉTECTION DE LA TUBERCULOSE BOVINE DANS LES ABATTOIRS DU SUD-OUEST DE 2001 À 2010 : ANALYSE DES DONNÉES D'INSPECTION ET DES RÉSULTATS HISTOLOGIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ÉTAT

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

par

SIENG Marivan

Née, le 18 Avril 1986 à ANNONAY (07)

Directeur de thèse : Mme Geneviève BENARD

JURY

PRESIDENT :
M. Gérard CAMPISTRON

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Geneviève BENARD
Mlle Caroline LACROUX

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

**Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE**

Directeur : M. A. MILON

Directeurs honoraires M. G. VAN HAVERBEKE.

M. P. DESNOYERS

Professeurs honoraires :

M. L. FALIU

M. C. LABIE

M. C. PAVAUX

M. F. LESCURE

M. A. RICO

M. A. CAZIEUX

Mme V. BURGAT

M. J. CHANTAL

M. JF. GUELFY

M. EECKHOUTTE

M. D.GRIESS

M. CABANIE

M. DARRE

M. HENROTEAUX

M. BODIN ROZAT DE MENDRES NEGRE

M. DORCHIES

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

M. AUTEFAGE André, *Pathologie chirurgicale*

M. BRAUN Jean-Pierre, *Physique et Chimie biologiques et médicales*

M. EUZEBY Jean, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*

M. FRANC Michel, *Parasitologie et Maladies parasitaires*

M. MARTINEAU Guy, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

M. PETIT Claude, *Pharmacie et Toxicologie*

M. TOUTAIN Pierre-Louis, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1° CLASSE

M. BERTHELOT Xavier, *Pathologie de la Reproduction*

Mme CLAUW Martine, *Pharmacie-Toxicologie*

M. CONCORDET Didier, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*

M. CORPET Denis, *Science de l'Aliment et Technologies dans les Industries agro-alimentaires*

M DELVERDIER Maxence, *Anatomie Pathologique*

M. ENJALBERT Francis, *Alimentation*

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. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*

Mme CHASTANT-MAILLARD Sylvie, *Pathologie de la Reproduction*

M. DUCOS Alain, *Zootecnie*

M. DUCOS DE LAHITTE Jacques, *Parasitologie et Maladies parasitaires*

M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie des ruminants*

Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*

M. GUERRE Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*

Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*

M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*

M. LEFEBVRE Hervé, *Physiologie et Thérapeutique*

M. LIGNEREUX Yves, *Anatomie*

M. PICAVET Dominique, *Pathologie infectieuse*

M. SANS Pierre, *Productions animales*

Mme TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

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

MAITRES DE CONFERENCES HORS CLASSE

Mlle **BOULLIER Séverine**, *Immunologie générale et médicale*
Mme **BOURGES-ABELLA Nathalie**, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. **BRUGERE Hubert**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mlle **DIQUELOU Armelle**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. **JOUGLAR Jean-Yves**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de Basse-cour*

MAITRES DE CONFERENCES (classe normale)

M. **ASIMUS Erik**, *Pathologie chirurgicale*
M. **BAILLY Jean-Denis**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BENNIS-BRET Lydie**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. **BERGONIER Dominique**, *Pathologie de la Reproduction*
M. **BERTAGNOLI Stéphane**, *Pathologie infectieuse*
Mlle **BIBBAL Delphine**, *Hygiène et Industrie des Denrées alimentaires d'Origine animale*
Mme **BOUCLAINVILLE-CAMUS Christelle**, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mlle **CADIERGUES Marie-Christine**, *Dermatologie*
M. **CONCHOU Fabrice**, *Imagerie médicale*
M. **CORBIERE Fabien**, *Pathologie des ruminants*
M. **CUEVAS RAMOS Gabriel**, *Chirurgie Equine*
M. **DOSSIN Olivier**, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
Mlle **FERRAN Aude**, *Physiologie*
M. **GUERIN Jean-Luc**, *Elevage et Santé avicoles et cunicoles*
M. **JAEG Jean-Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
Mlle **LACROUX Caroline**, *Anatomie Pathologique des animaux de rente*
Mme **LETRON-RAYMOND Isabelle**, *Anatomie pathologique*
M. **LIENARD Emmanuel**, *Parasitologie et maladies parasitaires*
M. **LYAZRHI Faouzi**, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. **MAILLARD Renaud**, *Pathologie des Ruminants*
M. **MAGNE Laurent**, *Urgences soins-intensifs*
M. **MATHON Didier**, *Pathologie chirurgicale*
M **MEYER Gilles**, *Pathologie des ruminants.*
Mme **MEYNAUD-COLLARD Patricia**, *Pathologie Chirurgicale*
M. **MOGICATO Giovanni**, *Anatomie, Imagerie médicale*
M. **NOUVEL Laurent**, *Pathologie de la reproduction*
Mlle **PALIERNE Sophie**, *Chirurgie des animaux de compagnie*
Mme **PRIYMENKO Nathalie**, *Alimentation*
Mme **TROEGELER-MEYNADIER Annabelle**, *Alimentation*
M. **VOLMER Romain**, *Microbiologie et Infectiologie (disponibilité à cpt du 01/09/10)*
M. **VERWAERDE Patrick**, *Anesthésie, Réanimation*

MAITRES DE CONFERENCES et AGENTS CONTRACTUELS

M. **SOUBIES Sébastien**, *Microbiologie et infectiologie*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

Mlle **DEVIERS Alexandra**, *Anatomie-Imagerie*
M. **DOUET Jean-Yves**, *Ophtalmologie*
Mlle **LAVOUE Rachel**, *Médecine Interne*
Mlle **PASTOR Mélanie**, *Médecine Interne*
M. **RABOISSON Didier**, *Productions animales*
Mlle **TREVENNEC Karen**, *Epidémiologie, gestion de la santé des élevages avicoles et porcins*
M **VERSET Michaël**, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Gérard CAMPISTRON

Professeur des Universités, Praticien hospitalier,

Physiologie – Hématologie

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

Veillez accepter mes hommages respectueux.

A notre jury de thèse,

Madame le Professeur Geneviève BENARD,

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale

Qui m'a confié ce travail et m'a guidé dans son élaboration,

Qu'elle trouve ici le témoignage de ma reconnaissance et de mon plus profond respect.

Mademoiselle Caroline LACROUX,

Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Anatomie Pathologique des animaux de rente

Qui a très aimablement accepté de participer à ce jury de thèse.

Sincères remerciements.

A mes parents, **Hok** et **Christine**, pour tout ce que vous m'avez apporté, pour les valeurs que vous m'avez transmises, pour tous ces voyages qui m'ont permis de voir une partie du monde, pour m'avoir toujours laissé faire mes choix sans les juger et m'encourager dans les différentes voies que j'ai choisi. A mon père et sa culture khmer, pour l'ouverture d'esprit que tu m'a donné.

A mes frères, **Bora**, **Tim** et **Yann**, pour cette enfance riche de jeux, de partage et de disputes, c'est bien normal... Même si l'on n'est pas très proches, vous comptez beaucoup pour moi.

A **Mamie**, pour avoir su fédérer autour de toi cette grande famille.

A mes oncles, tantes, cousins et cousines, français et cambodgiens, pour tous ces joyeux moments passés ensemble, ces Noël et ces mariages qui me donnent le sentiment d'appartenir à une grande famille. Un spécial merci à **Michel** et **Anne-Jo** pour le chalet à Hautacam qui a été le lieu de week end enchanteurs.

A **Adrien**, pour être là, encore et toujours, pour ta confiance en moi, en nous. La vie est terne sans toi, j'espère que nous suivrons encore longtemps le même chemin.

Au poney club de Saint Clair, à **Nicole**, **Olympe**, **Anne-Charlotte**, **Marjolaine**, **Anaïs**, à toutes ces heures passées à s'amuser, à monter, à se balader avec nos chers amis à quatre pattes. A cet amour pour les poneys qui a changé ma vie. Marjolaine, même si nos chemins se sont séparés, je n'oublie pas tout ce que nous avons partagé.

A **Florian**, pour notre amitié qui ne souffre pas de nos contacts épisodiques et pour me faire rêver avec tes photos de voyages.

A **Elsa**, pour nos deux caractères de cochon parfois difficilement compatibles, pour avoir été là quand j'en avais besoin, pour être là, et à tous ces recoins du monde sensible que nous découvrons. A **Miguel**, pour avoir redonné le sourire à Elsa.

A **Julien**, pour m'avoir supporté pendant deux ans au Goulag, pour ton côté romantique que l'on voit surgir sous les couches du macho qui ne s'attache à personne, allez n'aie pas peur, c'est bien quand ça dure !

A **ELsa**, pour nos balades avec nos bergers du touch, nos discussions sur l'éducation canine. A **Julie**, qui a toujours les mots qu'il faut, pour être passionnée quand tu parles du métier de véto, pour ces deux ans avec les morues. A **Etienne**, pour nos enguelades jamais bien graves, pour être aussi buté que moi parfois, pour ta générosité. A **Olivier**, dont j'ai parfois du mal à cerner les pensées. A **Nico**, pour cette T1 passée ensemble, pour ta contribution aux repas du

bâtiment A : des pâtes ou des steaks. A **Jean-Seb**, pour son prénom original, pour le punch lorrain, un des rares cocktails que j'apprécie. A **Timothée**, pour son dynamisme, sa vie en dehors de l'école. A **Guerric**, parti rejoindre d'autres sphères. A **Thomas**, il s'en est fallu de temps pour que tu sois sur ma liste des profs !

A notre voyage en Corse, nos repas au bâtiment A, à toutes ces soirées et ces week ends qui ont agrémenté notre passage à l'ENVT et qui j'espère continueront d'animer les années à venir.

A mes docteurs, **Guillaume-Pierre, Sophie, Maud, Guerric, Caro, Ben, Romain, Mathilde, Claudie, Alice, Manue, Nina, Alex, Patrick**, pour m'avoir montré la voie.

A **Maud** et **Simon**, pour m'avoir accueillie avec bienveillance dans votre couple à trois avec Adrien.

Aux poulots, **Camille, Alex, Lucie, Steph, Claire, Nico, Rémi, Matthias**, pour être de supers poulots, pour votre accueil toujours chaleureux à Saint Sim.

Aux autres promos, **Marc** pour m'avoir fait découvrir linux (même si je vois pas trop la différence!), pour ton énergie sous un calme apparent, **Elisa** pour nos balades à poney, **Yoann** pour ces années de prépas à m'incruster à l'internat, **Léa** pour avoir réussi à dompter Etienne, **Laureline** et **Denis** pour notre colloq au Goulag, votre porte toujours ouverte aux trappistes ou ailleurs, **Romu** pour tes discussions de vieux cons, **Clémentine** pour montrer qu'on peut être véto, chef d'entreprise, femme, maman ET épanouie, tout ça en même temps ! Aux barbots, **Claire, Chloé, Miloute, Marion, Beubeuille, Bali et tous les autres**, pour votre goût du déguisement, pour avoir permis une belle réunion de nos deux demi-promos. Aux plumes, **Ronsart, Wallou, Fanny, Aude** pour les morues, **Babar** pour montrer qu'on peut être un mec sympa ET faire de l'équine ! A **Jean-Marie**, que j'ai découvert grâce à Julie, pour tes bonnes blagues.

A l'équipe de la clinique vétérinaire du cassieu à Castelnaudary, capitale mondiale du cassoulet !!! Pour m'avoir fait confiance alors que je débutais, pour cette bonne ambiance où il est agréable de travailler, pour les ASV polyvalents qui vous facilitent le travail. **Stéphane**, un maître de stage comme on en fait peu, **Fred**, un patron exemplaire, attentif, disponible, confiant, **Anne P**, pour nos discussions équestres et équines, pour tes conseils toujours bienvenus et avisés, **Christine**, pour m'avoir fait découvrir qu'il n'y a pas que des cons qui font du CSO ! **Anne II**, pour ton soutien dans les cas où je ne savais pas, **Philippe**, Philou ou Filou pour les intimes, pour ta bonne humeur et pour ton feeling avec les chats, **Karyne**, pour ton dynamisme, **Amélie**, pour ta gourmandise et **Gabrielle**, dont je me suis sentie si proche en

si peu de temps.

Au DIE d'ostéopathie de l'ENVN, à ses formateurs et ses novices, en particulier à **Patrick** pour m'avoir montré la voie et continuer de le faire, à **Pierre, Ronan, Mylène, Magali, Christophe** pour partager nos doutes et nos espoirs, j'espère que l'ostéopathie nous apportera l'épanouissement que nous recherchons, à **Pascale** pour son grand omentum et son point G'.

A **Delphine**, pour tous ces bons moments partagés, pour le bien-être d'Oklala. A **Jean-Marie**, pour sa simplicité et son humour.

A **Sandrine**, pour m'avoir fait découvrir la communication intuitive et confirmé que les animaux n'en pensent pas moins.

A **Oklala** et **Seiko** pour tout l'amour dont vous êtes capables.

A tous ceux que j'ai oublié, dans la précipitation d'un délai d'impression.

A **Alex**, honorée de t'avoir rencontré et d'avoir passé de bons moments avec toi, tu es parti bien trop tôt...

A **Lulu**, pour avoir été l'âme de l'ENVT pendant tant d'années, pour tes précieux zinzins

Table des matières

Introduction.....	13
Partie I : Etude bibliographique	15
I.La tuberculose bovine : définition.....	16
II.Pathogénie de la tuberculose bovine.....	16
II.1)La contamination.....	16
II.2)Le déroulement de l'infection.....	17
III.Le diagnostic de la tuberculose bovine.....	18
III.1)Le dépistage ante mortem.....	18
III.1.a)L'intradermo-tuberculation.....	18
III.1.b)Le test de l'interféron gamma.....	20
III.1.c)Les tests sérologiques.....	21
III.2)Le diagnostic post mortem.....	21
III.2.a)Inspection post mortem à l'abattoir.....	21
III.2.b)Analyse bactériologique.....	25
L'observation directe	25
La culture bactérienne.....	25
III.2.c)Analyse histologique.....	26
III.2.d)Analyse par PCR.....	27
IV.La faune sauvage.....	28
V.La situation en France.....	29
V.1)Le cheptel bovin français.....	29
V.1.a)Laitier versus allaitant	29
V.1.b)Naissances, production et abattage.....	29
V.2)La prévalence de la tuberculose.....	30
V.3)Les mesures de lutte.....	32
V.3.a)L'intradermo-tuberculation.....	32
V.3.b)Les mesures en cas de tuberculose confirmée.....	33
Partie II : Le diagnostic en abattoir : données concernant le Sud-Ouest, de 2000 à 2010.....	35
I.Matériel et méthode.....	36
I.1)Les données.....	36
I.2)L'inspection post mortem.....	37
I.3)L'analyse histologique.....	37
I.4)L'analyse bactériologique.....	37
I.5)Le traitement des données.....	38
II.Résultats.....	38
II.1)Les différentes techniques.....	38
II.2)L'évolution de 2001 à 2010.....	41
II.3)Laissez-passer ou découverte d'abattoir.....	42
II.4)Atteinte des organes et des nœuds lymphatiques.....	43
II.5)Races concernées.....	48
III.Discussion.....	49
Conclusion.....	51
Références bibliographiques.....	53
Annexes.....	60
Annexe 1 : Code des races bovines par ordre alphabétique.....	60
Annexe 2 : Extrait du règlement 854/2004 définissant les conditions d'inspection post mortem.....	61

Table des Illustrations

Tableaux

Tableau 1: L'évolution du cheptel bovin français depuis 1985.....	29
Tableau 2: Les mouvements de bovins vivants pour la France.....	30
Tableau 3: Evolution du nombre de foyers de tuberculose bovine de 2003 à 2007.....	30
Tableau 4: Les résultats de l'analyse histologique.....	39
Tableau 5: Les résultats de la culture bactérienne.....	39
Tableau 6: Les résultats des analyses par PCR.....	40
Tableau 7: Récapitulatif des résultats d'analyses histologiques et bactériologiques.....	40
Tableau 8: Répartition des bovins dans les différentes catégories.....	40
Tableau 9: Répartition du nombre de nœuds lymphatiques atteints chez les HP BP et HN BN	45
Tableau 10: Répartition en pourcentage des catégories de bovins pour chaque combinaison de nœuds lymphatiques atteints.....	46
Tableau 11: Comparaison des nœuds lymphatiques atteints lors de lésion unique.....	47

Figures

Figure 1: L'incidence de la tuberculose bovine en France en 2007.....	31
Figure 2: La prévalence de la tuberculose bovine en France en 2007.....	31
Figure 3: Rythme de tuberculination dans les départements français en 2007.....	32
Figure 4: Evolution des circonstances de découverte des foyers de tuberculose bovine.....	33
Figure 5: Résultats des analyses par PCR en fonction des catégories.....	41
Figure 6: Evolution du nombre de cas de 2001 à 2010.....	42
Figure 7: Répartition des catégories selon la présence ou l'absence de laissez-passer.....	42
Figure 8: Présence ou absence d'un laissez-passer selon les catégories.....	43
Figure 9: Répartition des catégories selon la présence ou non d'un organe lésé.....	43
Figure 10: Présence ou absence d'un organe lésé chez les HP BP et les HN BN.....	44
Figure 11: Nombre de nœuds lymphatiques atteints en fonction des catégories.....	44
Figure 12: Nœuds lymphatiques présentant une lésion.....	45
Figure 13: Nœuds lymphatiques atteints lors de lésion unique.....	47
Figure 14: Représentation des six principales races.....	48
Figure 15: Répartition des bovins selon leur type racial.....	48
Figure 16: Répartition des HPBP dans les différentes races de bovins abattus.....	49

Photographies

Photographie 1: Tuberculose miliaire sur la plèvre.....	24
Photographie 2: Noeud lymphatique pulmonaire, nodule caséeux.....	24
Photographie 3: Poumons et trachée.....	24
Photographie 4: Coupe histologique d'un granulome nécrotico-épithélio-giganto-cellulaire, vue d'ensemble.....	26
Photographie 5: Cellule de Langhans, multinucléée en fer à cheval et Bacille Alcool Acido Résistant.....	26

Introduction

La tuberculose bovine est une maladie infectieuse et contagieuse, d'évolution chronique, due à *Mycobacterium bovis* et plus rarement à *Mycobacterium tuberculosis*. C'est une Maladie à Déclaration Obligatoire chez les bovins d'après la liste de l'OIE. En France 25 à 30% des élevages étaient infectés en 1933, date à laquelle la prophylaxie collective a commencé. D'abord facultative puis obligatoire, la prophylaxie a permis à la France d'être déclarée indemne de tuberculose bovine par l'Union Européenne en 2001, ce qui correspond à moins de 0,1% des élevages infectés. Toutefois la tuberculose bovine reste une maladie d'actualité, avec une recrudescence du nombre de cas dans les pays indemnes et une prévalence parfois très élevée dans certaines régions du monde. Par exemple, dans le nord de l'Equateur on estime que 65% des élevages bovins sont infectés (49). De plus *M. bovis* et *M. tuberculosis* étant des agents de la tuberculose chez l'homme, la gestion de la tuberculose bovine est une question de santé publique.

Ce travail est organisé en deux parties. La première partie est une étude bibliographique qui rappelle des généralités sur la tuberculose bovine, en insistant sur les différentes méthodes diagnostiques, puis présente l'implication de la faune sauvage et enfin la situation en France. La deuxième partie présente une analyse des données concernant les bovins suspectés de tuberculose en abattoir dont l'analyse histologique a été réalisée à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse entre 2001 et 2010. L'objectif de cette étude est de réfléchir sur les modalités de l'examen post mortem les plus appropriées pour détecter la tuberculose bovine et sur l'efficacité des différentes méthodes diagnostiques.

Partie I : Etude bibliographique

I. La tuberculose bovine : définition

La famille des *Mycobacteriaceae* comporte le seul genre *Mycobacterium*. Parmi le genre *Mycobacterium* se trouvent différentes espèces dont *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. canetti*, *M. africanum*, *M. microti* et *M. pinnipedi*. Cependant les études génétiques ont montré que ces six espèces constituent une unique genomospécies (séquence d'ADN identique à au moins 96%), elles seraient donc plutôt des sous-espèces d'une seule espèce qui d'après la règle des priorités devrait être appelée *M. tuberculosis*. Cependant il n'y a pas eu de consensus et on parle souvent du « complexe *M. tuberculosis* » ou des « bacilles de la tuberculose » (20). Ils sont responsables de la tuberculose chez l'homme et/ou l'animal.

Les autres espèces font partie des Mycobactéries Non Tuberculeuses (MNT) dont *M. avium* est un des représentants. Les MNT sont des bactéries présentes naturellement dans l'environnement à la différence du complexe *M. tuberculosis*. Certaines MNT et *M. avium* en particulier ressemblent fortement à *M. bovis* et peuvent entraîner des biais dans les tests diagnostiques.

La tuberculose bovine (TB) est une maladie infectieuse due à *M. bovis* et plus rarement à *M. tuberculosis*. C'est une Maladie à Déclaration Obligatoire chez les bovins, d'après la liste de l'OIE. *M. bovis* n'est pas spécifique aux bovins, il peut infecter de nombreux autres mammifères domestiques ou sauvages et l'homme. *M. bovis* est un germe aérobic, intracellulaire qui se trouve préférentiellement dans les organes riches en tissu réticulo-endothélial tels que les poumons, les nœuds lymphatiques et le foie (3).

II. Pathogénie de la tuberculose bovine

II.1) La contamination

A l'intérieur d'un cheptel la transmission se fait principalement par contact rapproché entre les animaux avec excrétion par les voies respiratoires de bacilles vivants par les animaux infectés et inhalation de ces bacilles par les animaux indemnes. Quelques bacilles peuvent aussi être présents dans les urines et les fèces mais surtout dans le lait. Le lait représente une voie majeure de contamination de l'homme par *M. bovis*. Les mycobactéries ne résistent pas à la chaleur ainsi le nombre de cas humains dus à *M. bovis* a considérablement chuté dans les pays où la pasteurisation du lait s'est répandue. Le lait représente une voie de contamination possible pour les veaux, de même que la voie ombilicale lors d'une infection in utero. Enfin de façon anecdotique une contamination par voie génitale peut être observée.

Pour un élevage indemne, trois possibilités de contamination existent (4):

- l'introduction d'un animal infecté
- le voisinage avec un cheptel infecté (bâtiment ou pâtures)
- la résurgence d'une ancienne souche dans l'élevage.

Pour éviter l'introduction d'un animal infecté dans un troupeau indemne, il faut tester l'animal avant de le déplacer. Jusqu'en Janvier 2005 l'intradermo-tuberculination (IDT) du bovin était obligatoire pour le déplacer mais depuis l'AM du 11 Janvier 2005, la tuberculination lors de l'introduction d'un nouvel animal n'est plus obligatoire si le troupeau d'origine est indemne et si le transfert dure moins de six jours. Pourtant Schiller considère que le contrôle du bovin avant son introduction dans un nouveau cheptel est primordial pour éviter la réintroduction de la TB dans les zones indemnes (54).

Le voisinage avec un cheptel infecté peut aussi être un voisinage avec de la faune sauvage infectée (voir IV. La faune sauvage).

Le phénomène de résurgence est lié aux animaux dits anergiques, qui sont donc négatifs à l'IDT mais pourtant infectés chroniques (4). Lorsque l'abattage total du troupeau n'est pas effectué, il existe toujours un risque de garder un animal porteur qui peut entretenir l'infection plusieurs années avant qu'un nouvel animal ne soit détecté positif à l'IDT.

II.2) Le déroulement de l'infection

On distingue 2 phases dans l'infection : la primo-infection et la réinfection. Chacune peut évoluer différemment selon la réaction immunitaire de l'hôte.

La primo-infection correspond au premier contact entre le germe et l'animal, elle donne la lésion dite du complexe primaire. Si l'animal réagit bien, il peut stabiliser l'infection au niveau du point d'inoculation et sinon il peut y avoir une généralisation précoce. En cas de stabilisation l'infection est donc cantonnée à un organe et au nœud lymphatique correspondant. La contamination se fait par voie respiratoire dans 95% des cas chez les bovins, les bacilles pénètrent par la muqueuse trachéale ou le parenchyme pulmonaire (*Lnn. bifurcationis*, *Lnn. tracheobronchales craniales* et *Lnn. pulmonales*). Chez les veaux une contamination par le lait est possible, la sphère digestive est alors concernée (*Lnn. retropharyngei laterales* et *mediales*, *Lnn. mandibulares* et *LNN. mesenterici craniales* et *caudales*). En cas de généralisation précoce, la dissémination des bacilles se fait plus ou

moins rapidement à partir du complexe primaire, les formes de tuberculose de généralisation précoce rapide peuvent être de type miliaire aiguë ou de type exsudative (atteinte des séreuses).

La réinfection se fait en réalité par voie interne, c'est-à-dire qu'après une phase de stabilisation qui peut durer plusieurs années, il y a une réactivation du foyer primaire. Dans ce cas aussi deux types d'évolution sont possibles selon la réponse de l'hôte : soit il arrive à stabiliser l'infection et à la cantonner dans un organe, il s'agit alors d'une tuberculose chronique d'organes, soit il y a une généralisation tardive avec différentes formes possibles, une tuberculose miliaire, exsudative ou caséuse de réinfection avec une atteinte de différents organes (3).

III. Le diagnostic de la tuberculose bovine

III.1) Le dépistage ante mortem

La TB est une maladie chronique, d'évolution lente avec souvent très peu de symptômes cliniques ou des symptômes d'atteinte pulmonaire non spécifiques. Le dépistage ante mortem repose donc sur des tests qui mettent en évidence la réponse immunitaire de l'hôte face à l'infection par *M. bovis*. Cette réponse immunitaire est principalement cellulaire, notamment au début de l'infection.

III.1.a) L'intradermo-tuberculation

L'intradermo-tuberculation (IDT) est une méthode utilisée depuis plus de 100 ans. C'est aujourd'hui la méthode la plus répandue à travers le monde pour le dépistage de la TB. Elle consiste en une injection intradermique d'un dérivé de protéines purifiées (PPD) de *M. bovis* ou de *M. avium*. Lorsqu'un animal est infecté, une réaction d'hypersensibilité retardée aux antigènes (Ag) utilisés provoque un épaissement de la peau à l'endroit de l'injection (41). Le résultat de l'IDT est lu 48 à 72h après l'injection. La technique de tuberculation a évolué avec le temps : le volume a varié entre 0,1 et 0,2mL, la concentration de la tuberculine est passée de 25 000 UI à 75 000 UI, une technique de tuberculation seconde (seconde injection au même endroit 48h après la première injection) a été utilisée... (4) Mais depuis l'AM du 16 Mars 1990, l'IDT est réalisée avec 0,1mL de PPD à la dose de 25 000 UI, en tuberculation simple avec de la PPD bovine ou en tuberculation comparative avec de la PPD bovine et aviaire (4). En effet les animaux contaminés par des

mycobactéries environnementales réagissent positivement à l'IDT simple, c'est-à-dire avec un épaissement de la peau supérieur ou égal à 2mm, ce sont donc des faux positifs. Pour éliminer ce biais, une IDT comparative est effectuée : deux injections sont réalisées sur des zones proches mais distinctes, une avec de la PPD bovine et une avec de la PPD aviaire. Le résultat est alors considéré positif uniquement si l'épaississement provoqué par la PPD bovine est supérieur de 2 mm ou plus à l'épaississement provoqué par la PPD aviaire. Dans le cas où les épaissements sont les mêmes, cela signifie qu'il s'agit d'une contamination environnementale (41). Cependant, même si l'IDT comparative réduit les risques de réactions croisées, elle n'exclut pas totalement les réactions non spécifiques. D'autre part il faut attendre 8 semaines entre l'IDT simple et l'IDT comparative sinon il peut y avoir une baisse de réponse induite par la première IDT (11, 19, 56), cela implique que l'élevage concerné est bloqué pendant 8 semaines (pas de mouvement d'animaux) avant de procéder à l'IDT comparative.

La sensibilité de l'IDT est évaluée entre 68 et 95% selon les études tandis que sa spécificité est évaluée entre 96 et 99% (41, 45). Il est reconnu qu'il existe des animaux dits « anergiques », qui sont infectés chroniques de longue date et qui ne répondent pas à l'IDT (4). Lorsque la prévalence est élevée, l'IDT est considérée comme un test fiable. En effet, lors de prévalence élevée, un cheptel infecté comporte généralement plusieurs animaux infectés et les chances de détecter un troupeau infecté augmente alors malgré une sensibilité individuelle pas très élevée. De plus, lors de prévalence élevée, l'objectif est de faire diminuer rapidement le nombre de cas et l'abattage de faux positifs n'est pas considéré comme étant trop préjudiciable. En revanche lorsque la prévalence devient faible, l'IDT voit ses valeurs prédictives positives et négatives diminuer (21). Or lors de faible prévalence il est important d'avoir des tests avec une forte sensibilité pour détecter tous les cheptels et la spécificité doit, elle aussi, être élevée pour ne pas faire abattre d'animaux faux positifs, notamment pour que les éleveurs et les vétérinaires fassent confiance au test. L'IDT ne suffit alors plus à elle seule à faire un diagnostic. Ainsi à partir de 1999 en France, les tests de laboratoire sont devenus indispensables à la déclaration d'un animal infecté (4).

L'IDT nécessite deux visites de la part du vétérinaire, ce qui augmente le coût, l'éleveur doit bloquer ses animaux deux fois à 72h d'intervalle, ce qui est laborieux et augmente le risque de fraude (41). D'autre part l'appréciation du test garde une forte part de subjectivité et de dépendance vis-à-vis de l'opérateur lorsqu'il est effectué à l'oeil et non à l'aide d'un cutimètre (21). Il apparaît donc que l'IDT n'est pas réellement satisfaisante dans les régions de faible prévalence. Ainsi ces dernières années, de nombreuses études ont porté sur

de nouvelles techniques de dépistage ante mortem.

III.1.b) Le test de l'interféron gamma

L'immunité contre *M. bovis* est principalement cellulaire. Chez un animal infecté, la mise en contact in vitro d'un échantillon de sang avec des Ag spécifiques provoque une activation des cellules de l'immunité, notamment des lymphocytes T, qui relarguent alors de nombreuses cytokines dont l'interféron gamma (IFNg). L'IFNg a été identifié comme le plus spécifique de la réponse à *M. bovis* et ses caractéristiques ont permis de mettre au point un test ELISA fiable pour le doser précisément (16).

Un échantillon de sang est donc mis en incubation durant 20h en général avec des Ag avant de réaliser un dosage d'IFNg, comparé avec un échantillon non mis en présence d'Ag. Au début les Ag utilisés étaient les PPD bovines, cependant la PPD bovine a de nombreux Ag communs avec *M. avium* ou les mycobactéries environnementales, la spécificité du test n'était donc pas très élevée. Des recherches ont donc été effectuées afin de trouver des Ag plus spécifiques à *M. bovis*. Mais lorsqu'on utilise un Ag individuel, la spécificité du test augmente mais sa sensibilité diminue. Ainsi les études portent souvent sur la combinaison d'Ag pour augmenter la spécificité tout en conservant une bonne sensibilité. Les Ag ESAT6 et CFP10 sont reconnus pour être les plus immunogènes des Ag spécifiques à *M. bovis* et sont les plus fréquemment utilisés, aussi bien en tant que protéines recombinantes qu'en tant que peptides synthétiques (5). La sensibilité varie de 73 à 98,6 % et la spécificité de 71,8 à 100% selon les études (1, 5, 6, 21, 30, 34, 48, 57). Ces variations sont dues à plusieurs facteurs et notamment les valeurs limites utilisées pour déclarer un test positif.

Les avantages du test de l'IFNg sont notamment la rapidité du test (1 à 2 jours), l'objectivité dans l'interprétation des résultats (données numériques), la possibilité de répéter le test autant qu'on le souhaite à la différence des IDT qui nécessitent 8 semaines d'attente entre deux tests, une unique visite vétérinaire avec une obligation de bloquer une seule fois les animaux pour l'éleveur et une détection plus précoce de l'infection que l'IDT (34, 41). La réalisation de ce test dans la semaine suivant une IDT ne semble pas affecter les résultats (19). Les principaux inconvénients de ce test sont le coût, l'obligation de prélever le sang dans certaines conditions et de procéder à l'analyse très rapidement après prélèvement ainsi que la nécessité d'avoir des laboratoires équipés (condition loin d'être remplie dans certains pays en développement).

Le test de l'IFNg se présente notamment comme un bon complément de l'IDT, pour

une confirmation sans attendre les 8 semaines de délai avant la réalisation d'une IDT comparative et ainsi accélérer la procédure, ce qui est favorable pour l'éleveur mais aussi pour la diminution des risques de contamination en cas de TB avérée.

III.1.c) Les tests sérologiques

La réponse immunitaire étant principalement cellulaire, peu d'anticorps (Ac) spécifiques circulent dans le sang des animaux infectés. Bien que certaines études aient conclu à une bonne sensibilité des tests ELISA par détection d'Ac de l'ordre de 90% (35, 41), d'autres arrivent à des sensibilités de 18 et 34% (33, 37, 59). Les tests sérologiques de type ELISA sont simples, rapides, les échantillons peuvent être conservés avant d'être analysés, les tests peuvent être développés pour plusieurs espèces (10) mais ils apparaissent comme peu sensibles et donc peu fiables pour le diagnostic de la tuberculose bovine.

III.2) Le diagnostic post mortem

III.2.a) Inspection post mortem à l'abattoir

Modalités de l'inspection post mortem

En France en 2005, 64% des nouveaux foyers de TB ont été découverts à l'abattoir (18). L'inspection post mortem (PM) des bovins est donc primordiale dans la lutte contre la tuberculose bovine. Les modalités d'inspection post mortem des bovins sont décrites en annexe I, section IV, chapitre I du règlement (CE) n°854/2004 (repris en annexe 2).

Pour la recherche de la TB en particulier, les organes et nœuds lymphatiques devant obligatoirement être examinés et incisés sont :

- les nœuds lymphatiques rétropharyngiens, sous-maxillaires et parotidiens (*Lnn. retropharyngiales, mandibulares et parotidei*)
- les poumons, la trachée et les principales ramifications bronchiques, les nœuds lymphatiques bronchiques et médiastinaux (*Lnn. bifurcationes, eparteriales et mediastinales*).

Les organes et nœuds lymphatiques devant être examinés et palpés, et éventuellement incisés sont :

- le foie et ses nœuds lymphatiques rétrohépatiques et pancréatiques (*Lnn. portales*)
- le tractus intestinal et les nœuds lymphatiques stomacaux et médiastinaux (*Lnn. gastrici, mesenterici craniales et caudales*)

- les reins et les nœuds lymphatiques rénaux (*Lnn. renales*)
- la mamelle et ses nœuds lymphatiques (*Lnn. supramammarii*)

Pour tout le reste de la carcasse l'incision n'est réalisée que si le vétérinaire inspecteur la juge nécessaire. Le vétérinaire inspecteur a la responsabilité d'examiner la totalité de la carcasse et de réaliser les prélèvements qu'il juge nécessaires afin de les soumettre à des tests de laboratoire en cas de lésion douteuse.

Selon les pays, l'inspection réalisée en routine varie légèrement, mais les nœuds lymphatiques incisés systématiquement sont très souvent ceux de la tête et de la cavité thoracique. La sensibilité de l'inspection PM est difficile à évaluer précisément, en Irlande il est reconnu qu'elle dépend fortement de l'abattoir avec notamment la vitesse de la chaîne, l'éclairage et la compétence de l'inspecteur (24, 42). Dans le Michigan une étude a évalué sa sensibilité entre 83 et 86% selon la prévalence (45). En Australie une étude a montré que 47% des lésions ne sont pas détectées lors d'une inspection de routine par rapport à une inspection approfondie (13) et en Angleterre, une étude menée sur des blaireaux a montré que la sensibilité d'une inspection standard lors d'autopsie par rapport à une inspection détaillée n'est que de 54,6%, les porteurs d'infection latente ou récente ne présentant que des lésions microscopiques (15).

Localisation des lésions

D'après plusieurs études une très large majorité des lésions se trouvent dans la cavité thoracique ou la tête : les lésions des poumons et des nœuds lymphatiques de la tête et de la cavité thoracique représentent entre 70 et 90% des lésions observées (13, 14, 31, 38, 58). Par exemple d'après Corner et al (13), les NL rétropharyngiens, médiastinaux et pulmonaires représentent 44%, 23% et 14% respectivement des lésions observées lors de lésion unique. En Equateur, Proano et al ont trouvé 51% des granulomes dans les NL médiastinaux, 24% dans les NL trachéobronchiques, 12% dans les NL hépatiques et 9% dans les NL rétropharyngiens (50).

Cette localisation des lésions peut être expliquée par la pathogénie de *M. bovis*, avec une contamination essentiellement par inhalation d'où une forte exposition du tractus respiratoire. Cependant toutes les techniques d'inspection PM sont très orientées vers ces régions-là, les NL des cavités abdominale et périnéale sont rarement incisés, cela pourrait induire un sous diagnostic des lésions dans les régions postérieures de la carcasse. Lors d'une autopsie détaillée, Corner trouve lors de lésion unique 6,1% des lésions dans les NL

mésentériques, inguinaux, iliaques, subiliaques et poplités, ce qui représente tout de même 15 animaux sur 245 (13).

Nature des lésions

Les lésions sont variables selon le mode d'évolution et le stade de la maladie, elles sont décrites comme suit par G. Bénard (3) :

Primo infection avec stabilisation : les lésions sont de petites formations arrondies de quelques millimètres à contenu jaunâtre, on parle de tubercules caséux ou caséo-calcaires dans l'organe. Les nœuds lymphatiques sont caséux, caséo-calcaires ou calcifiés, tous au même stade.

Généralisation précoce rapide : dans le cas de la tuberculose miliaire aiguë les lésions élémentaires sont de la taille d'un grain de mil de type tubercule cru ou gris, qui correspondent à des masses translucides de la taille d'un tête d'épingle entourées d'une auréole congestive. Ces lésions concernent les poumons, le foie, les reins, et toutes les séreuses. Les nœuds lymphatiques sont hypertrophiés succulents, c'est-à-dire avec une sérosité claire, gris rosé et à jour frisant on observe une multitude de petites granulations. Dans le cas de la tuberculose exsudative, la plèvre et/ou le péritoine sont rougeâtres, épaissis par un exsudat séreux, hémorragique ou fibrineux. Sous cet exsudat, la séreuse est remaniée, apparaît veloutée du fait de la formation de néoproductions denses.

Généralisation précoce lente : du fait de la dissémination par vagues successives, il y a une juxtaposition de lésions aiguës de type tubercules gris et de lésions plus anciennes de type tubercules caséux. Sur les organes les lésions peuvent être de type miliaire ou plus grandes avec des points de nécrose ou de type tubercules caséux de la taille d'une lentille. Sur les séreuses on trouve des excroissances contenant des nodules caséifiés ou calcifiés, soit appendues à un pédicule soit posées sur la séreuse, on parle de tuberculose perlière. Une atteinte de la trachée avec des nodules caséux ou des ulcères est souvent présente. Les nœuds lymphatiques présentent une forte hypertrophie caséuse (volume multiplié par 10 à 50 fois). La substance ganglionnaire forme des travées blanchâtres avec des foyers hémorragiques qui traduit un processus en évolution et donne un aspect rayonné.

Tuberculose chronique d'organes : extension des lésions du complexe primaire vers des lésions nodulaires volumineuses, caséuses, caséo-calcaires ou fibreuses. Les tubercules caséux d'abord isolés tendent à confluer en nodules puis en conglomérats, on parle alors de tuberculose pommelière. Les séreuses présentent des excroissances contenant des nodules.

Généralisation tardive: lors de tuberculose miliaire de réinfection des lésions anciennes caséuses ou caséo-calcaires sont associées à des tubercules gris. Lors de tuberculose exsudative, d'anciens foyers caséux sur les séreuses sont accompagnés d'une inflammation exsudative avec de petits tubercules mous, gris rougeâtres. Les nœuds lymphatiques associés présentent une très forte hypertrophie avec des nappes caséuses et de nombreux points hémorragiques, les foyers de calcification sont rares. Sur les organes on observe un ramollissement des anciens foyers caséux avec du pus jaune qui s'écoule de la lésion. Lors de tuberculose caséuse de réinfection, à côté d'anciennes lésions caséo-calcaires on observe sur les organes de très nombreux foyers de caséification et les nœuds lymphatiques sont hypertrophiés et caséux.



Photographie 1: Tuberculose miliaire sur la plèvre



Photographie 2: Nœud lymphatique pulmonaire, nodule caséux.



Photographie 3: Poumons et trachée

En France à partir de 1999, une intradermo-tuberculination donnant un résultat positif et/ou la présence de lésions à l'abattoir ne suffisent plus à déclarer un animal comme infecté de tuberculose, l'isolement et l'identification de *M. bovis* devient obligatoire. Depuis 2010 (arrêté du 16 Mars 2010, JORF du 24 Mars 2010), l'association de deux tests diagnostiques positifs permet aussi la déclaration d'un animal comme infecté (IDT ou IFN_g et signes

cliniques, histologie et IDT comparative, histologie et PCR, PCR et IDT simple ou comparative).

III.2.b) Analyse bactériologique

L'analyse bactériologique peut se scinder en deux parties : une observation directe des bactéries sur les échantillons et une mise en culture suivie d'une identification des microorganismes.

L'observation directe

La paroi des mycobactéries possède la propriété particulière d'être résistante à l'alcool et à l'acide, on parle de Bacilles Alcool Acido Résistants (BAAR). Ces BAAR peuvent être mis en évidence par deux types de procédés : la coloration de Ziehl-Neelsen qui colore les bacilles en rouge sur fond bleu et la fluorescence à l'Auramine qui donne une fluorescence jaune sur fond noir. Ce test est rapide et simple à mettre en œuvre, toutefois la présence de BAAR indique uniquement la présence de mycobactéries et n'est pas spécifique de *M. bovis*. De plus dans certaines phases de la maladie peu de bacilles tuberculeux sont présents et la probabilité qu'il y en ait sur l'échantillon peut être faible. Ce test constitue donc une indication mais en aucun cas un diagnostic de certitude.

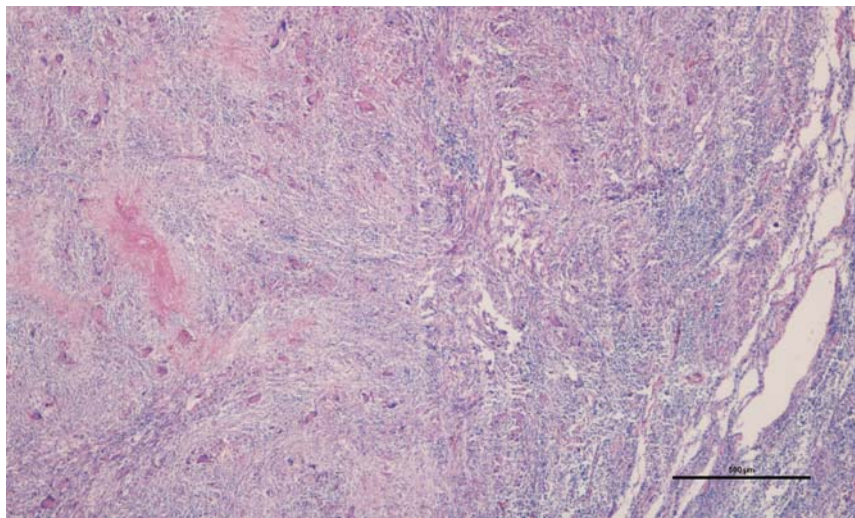
La culture bactérienne

La mise en culture de *M. bovis* n'est pas aisée. Le développement des colonies est lent et difficile. En humaine pour *M. tuberculosis* les milieux utilisés sont généralement à base de glycérol mais *M. bovis* pousse très mal dessus. Ainsi il faut privilégier des milieux à base de pyruvate de sodium (40). Comme la croissance est lente, une décontamination de l'échantillon est nécessaire avant ensemencement, plusieurs protocoles de décontamination existent. Cette décontamination peut être répétée en cas d'échec de culture, cependant bien que nécessaire elle peut aussi avoir des effets délétères sur *M. bovis* et entraîner des faux négatifs. Les colonies poussent généralement en 6 à 8 semaines et 12 semaines sont attendues avant d'annoncer un résultat négatif. Une fois les colonies obtenues, les germes sont identifiés précisément à l'aide de différents tests, ce qui prend en général 2 à 4 semaines supplémentaires.

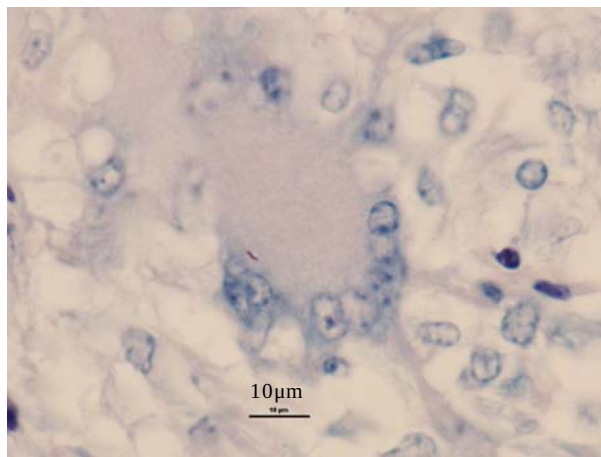
La culture et l'identification constituent le test de référence pour la TB, sa principale limite est la longue durée nécessaire avant d'obtenir un résultat définitif.

III.2.c) Analyse histologique

Les lésions histologiques observées évoluent au cours de la maladie. Ce sont des granulomes contenant principalement des cellules géantes multinucléées, notamment des cellules de Langhans (noyaux disposés en fer à cheval), et des cellules de type épithélioïde, et en moins grande quantité des lymphocytes, monocytes... Une fibrose évolue en périphérie des granulomes tandis que le centre d'abord nécrotique se minéralise (8, 9, 40, 51). Les préparations histologiques sont habituellement colorées à l'aide d'une coloration classique type Hématoxyline-Eosine et d'une coloration de Ziehl-Neelsen pour la mise en évidence de BAAR. La présence de granulomes de ce type est fortement évocateur de tuberculose d'autant plus s'ils sont associés à la présence de BAAR à la coloration de Ziehl Neelsen (9).



Photographie 4: Coupe histologique d'un granulome nécrotico-épigiganto-cellulaire, vue d'ensemble



Photographie 5: Cellule de Langhans, multinucléée en fer à cheval et Bacille Alcool Acido Résistant

III.2.d) Analyse par PCR

Le développement des techniques de PCR et la volonté d'identifier précisément la mycobactérie en cause ont naturellement poussé les chercheurs à identifier *M. bovis* par PCR. D'abord utilisée pour détecter le complexe *M. tuberculosis* (36), les progrès dans l'identification du génome des mycobactéries permettent aujourd'hui à la PCR de pouvoir différencier les mycobactéries du complexe *M. tuberculosis* (7, 32). Les résultats de sensibilité et de spécificité sont assez variables selon que l'on travaille sur de l'ADN ou de l'ARN, selon les amorces choisies, selon la quantité d'ADN présent dans l'échantillon (7, 36, 40, 41, 50). Proano-Perez et al présentent une sensibilité de 56,5% de la PCR sur ARN par rapport à la culture (50), Santos montre une sensibilité de 63,6% de la PCR sur ADN par rapport à la culture (53) tandis que les autres études montrent des sensibilités de plus de 80%, par exemple Llamazares et al montrent une sensibilité de la PCR sur ADN de 82,8% par rapport à la culture (36). Pour différencier *M. tuberculosis* et *M. bovis*, Mishra et al montrent une concordance de 99% entre la PCR utilisée et la caractérisation microbiologique habituellement employée (41). Il montre aussi que l'équivalent de 5 bacilles suffit à la réussite de la PCR.

Les techniques de PCR permettent aussi de typer plus précisément les différents isolats de *M. bovis*, on parle de spoligotypes. Ce typage est très utile pour l'épidémiologie de la maladie. En effet il est intéressant de savoir par exemple lors de réémergence de TB dans un élevage si cette souche est nouvelle ou s'il s'agit de la même que lors du dernier épisode de TB. Cela permet aussi de savoir si les animaux sauvages et le bétail domestique partagent les mêmes souches, ce qui laisse supposer une contamination inter-espèces le cas échéant (26).

Bien que la sensibilité et la spécificité soient encore variables selon le protocole utilisé, les techniques de PCR apparaissent comme un outil rapide et utile dans la lutte contre la TB. Par contre elles sont onéreuses et nécessitent des laboratoires bien équipés.

Il n'existe pas de méthode diagnostique parfaite et imparable, la lutte contre la tuberculose bovine nécessite donc l'utilisation de plusieurs tests afin d'être la plus efficace possible. Le choix des tests à effectuer doit se faire en fonction de la prévalence de l'infection, des moyens humains et techniques disponibles et de l'objectif de lutte recherché (diminution, éradication, absence de réintroduction...).

IV. La faune sauvage

Depuis 40 ans, plusieurs mammifères sauvages se sont révélés porteurs de la tuberculose bovine, en général il est considéré que la contamination primaire se fait depuis les troupeaux bovins domestiques. Cependant certaines populations sauvages peuvent alors devenir des hôtes réservoirs et entretenir l'infection au sein de la population puis éventuellement la transmettre à des troupeaux domestiques en retour. C'est le cas du blaireau (*Meles meles*) au Royaume-Uni et en Irlande (15, 25, 43), du Phalanger renard (*Trichosurus vulpecula*) en Nouvelle-Zélande ou du sanglier (*Sus scrofa*) en Espagne (27, 4). Les cerfs élaphe (*Cervus elaphus*) et les daims européens (*Dama dama*) sont aussi concernés dans plusieurs pays, d'autant plus qu'ils développent apparemment de nombreux granulomes, avec des bacilles en plus grand nombre que ce que l'on trouve habituellement chez les bovins d'où une possibilité plus importante de contamination des pâtures (29).

En France le premier cas a été découvert chez trois cerfs élaphe (*Cervus elaphus*) de la forêt de Brotonne (Haute-Normandie) en 2001 (60). Suite à cette découverte des enquêtes ont été menées et ont permis de découvrir qu'en 2001-2002 environ 14% des cerfs et 28% des sangliers de la forêt de Brotonne étaient infectés (27, 60). La souche bactérienne était la même que celle de certains troupeaux domestiques infectés à proximité (même spoligotype), ce qui laisse penser l'existence d'un lien entre les cas sauvages et domestiques. Depuis d'autres cas de tuberculose bovine dans des populations sauvages ont été trouvés, notamment en Bourgogne, dans les Pyrénées Atlantiques, en Corse et en Dordogne. Les principaux animaux concernés sont les cerfs, les sangliers et les blaireaux (27). Un seul chevreuil et un renard roux ont été détectés positifs à la TB (60).

Une fois qu'elle est installée dans la faune sauvage, la tuberculose est difficile à éradiquer et cela complique la lutte dans les troupeaux domestiques (25). Ainsi en forêt de Brotonne, seul site où un véritable réservoir sauvage a été révélé en France, des mesures drastiques ont été prises avec un abattage presque total de la population de cerfs considérée comme le réservoir primaire et une diminution forte de la population de sangliers considérée comme réservoir secondaire ont été réalisés. Les derniers chiffres de prévalence sont encourageants et montrent une certaine efficacité du plan de lutte, en effet durant la saison 2009-2010 seuls 2 cerfs et moins de 5% des sangliers étaient infectés (27).

Toutefois la faune sauvage ne doit pas être trop rapidement incriminée lors de nouveaux foyers de tuberculose. En effet durant l'été 2010 un important foyer de tuberculose bovine a été détecté en Ariège, quatre élevages bovins étant concernés. Une suspicion envers

la faune sauvage a rapidement émergé et une importante campagne de dépistage a été organisée sur la faune sauvage des environs proches des cheptels. Un total de 211 sangliers, 163 cerfs et 10 blaireaux ont été autopsiés et analysés. La prévalence obtenue est de 2% chez les sangliers et aucun cerf ni blaireau n'a été trouvé positif. Cette faible prévalence semble indiquer la non implication de la faune sauvage dans ce cas précis, la contamination inter-cheptel est alors la première hypothèse de contamination (2).

V. La situation en France

V.1) Le cheptel bovin français

V.1.a) Laitier versus allaitant

En 1985, le cheptel bovin français comptait 6 538 000 vaches laitières contre 3 339 000 vaches allaitantes. Le cheptel laitier n'a cessé de décroître depuis la mise en place des quotas laitiers en 1984 tandis que le cheptel allaitant augmentait, jusqu'à compter plus de vaches allaitantes que de vaches laitières à partir de 2004, 4 002 000 contre 3 947 000. La tendance reste la même aujourd'hui, en 2009 on trouve 4 150 000 de vaches allaitantes et 3 673 000 de vaches laitières, pour un total de 19 199 000 de bovins. (23)

Les deux cheptels sont répartis différemment sur le territoire français. FranceAgriMer indique que « le cheptel de vaches allaitantes se situe majoritairement dans le Centre et l'Ouest de la France. Celui des vaches laitières est localisé dans « le croissant laitier » : cette région part de la pointe de la Bretagne, passe par le Nord et l'Est de la France pour se terminer en Auvergne. » (23)

Ainsi pour les principales régions qui vont concerner notre étude (Midi Pyrénées et Aquitaine) on totalise 711 000 vaches allaitantes et 269 000 vaches laitières, donc trois fois plus de vaches allaitantes que de vaches laitières. (23)

	France 1985	France 2004	France 2009	Sud Ouest 2009
Vaches allaitantes	3339	4002	4150	711
Vaches laitières	6538	3947	3673	269

En milliers de têtes

Tableau 1: L'évolution du cheptel bovin français depuis 1985

V.1.b) Naissances, production et abattage

Durant la campagne 2008/2009, 7 172 000 de veaux sont nés en France, dont 45% de

race allaitante et 40% de race laitière (dont 1 972 000 de Prim'Holstein). Cependant une grande partie des veaux nés en France, notamment les mâles allaitants, sont exportés pour l'engraissement, principalement vers l'Italie et l'Espagne.

	Total	Veaux de + de 160kg destinés à l'engraissement
Exportation	1 257,9 dont 965,3 vers l'Italie 202,9 vers l'Espagne	1041
Importation	154,2 dont 15,6 de Belgique	2,5

En milliers de têtes

Tableau 2: Les mouvements de bovins vivants pour la France

D'après FranceAgriMer. Filière bovine. *Les filières de l'élevage français*, Septembre 2010.

Ainsi seulement 1 474 400 de veaux sont abattus en France, auxquels il faut ajouter 3 486 400 de gros bovins dont 1 779 900 de vaches (22).

V.2) La prévalence de la tuberculose

Dans les années 50, environ 25% des cheptels bovins français étaient infectés. Une prophylaxie collective a été mise en place et on a observé une diminution du taux de cheptels infectés progressive, pour atteindre 0,5% en 1984 et jusqu'à avoir 0,022% des cheptels infectés en 2004. Cette diminution a permis à la France d'acquérir le statut indemne de tuberculose en 2001 (moins de 0,1% des cheptels infectés). Cependant depuis 2005 l'évolution est à la hausse.

	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre de nouveaux foyers de tuberculose	55	42	64	83	76
Taux d'incidence	0,023%	0,015%	0,024%	0,032%	0,031%
Taux de prévalence	0,032%	0,022%	0,033%	0,040%	0,042%

Tableau 3: Evolution du nombre de foyers de tuberculose bovine de 2003 à 2007

D'après DGAL. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079

On peut noter des différences importantes suivant les départements parmi les nouveaux foyers en 2007, avec notamment la Dordogne (24 nouveaux foyers en 2007), la Côte d'or, les Pyrénées Atlantiques (18).

la tuberculose bovine en 2007
nombre de nouveaux foyers

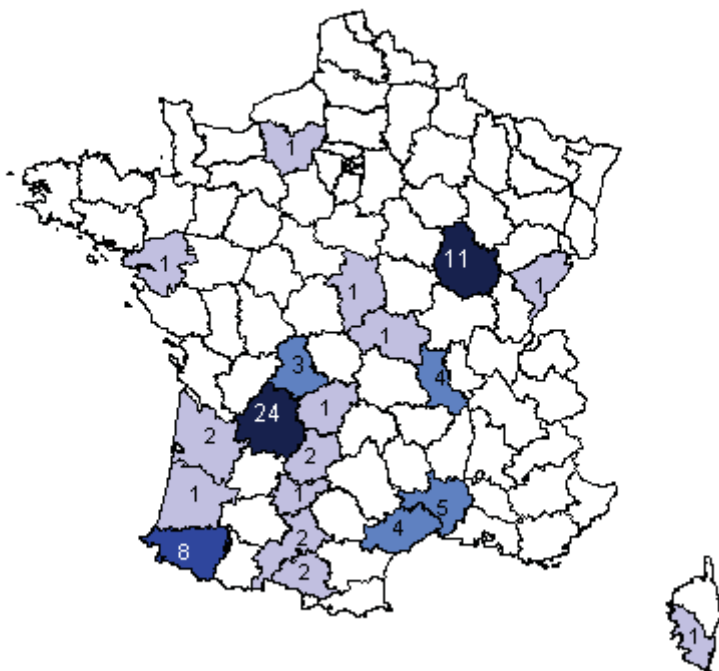
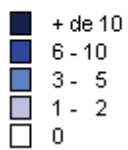


Figure 1: L'incidence de la tuberculose bovine en France en 2007

D'après DGAL. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079

la tuberculose bovine en 2007
nombre total de foyers

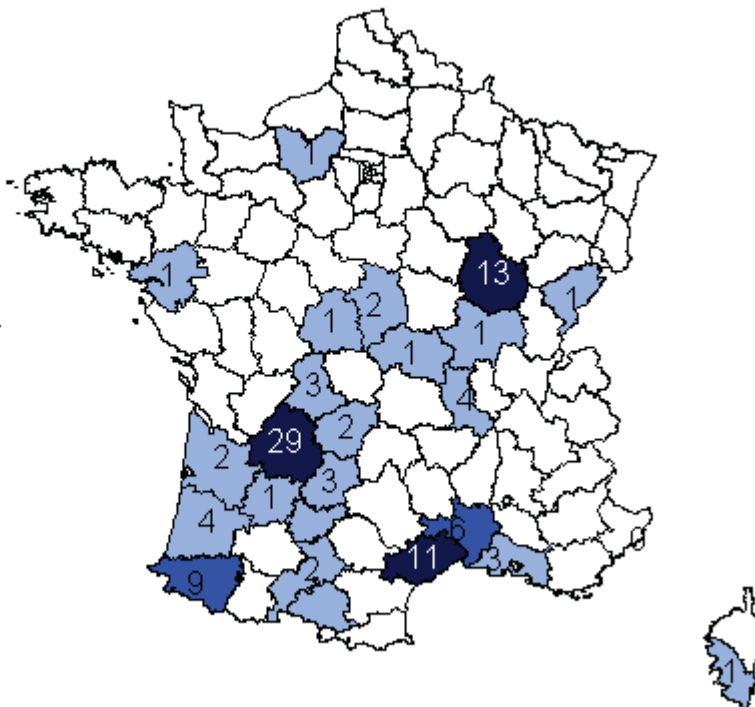
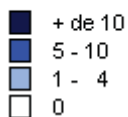


Figure 2: La prévalence de la tuberculose bovine en France en 2007

D'après DGAL. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079

Le Sud Ouest, où va se situer notre étude, est donc largement concerné par cette recrudescence de la tuberculose bovine.

V.3) Les mesures de lutte

V.3.a) L'intradermo-tuberculination

L'intradermo-tuberculination était au départ réalisée tous les ans dans un objectif de dépistage puis la périodicité s'est allongée avec la diminution de la prévalence et aujourd'hui elle sert surtout à « vérifier que le pourcentage d'élevages infectés est bien inférieur à une valeur limite et à aboutir à une qualification de zone. » (4)

La figure 3 indique le rythme de tuberculination dans les départements français en 2007, 60 départements en étaient totalement dispensés.

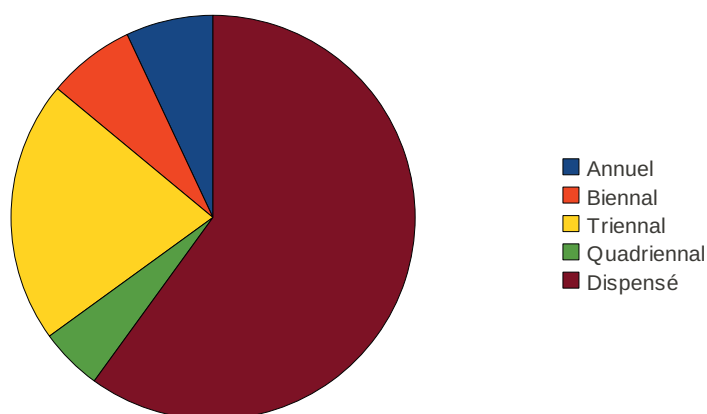


Figure 3: Rythme de tuberculination dans les départements français en 2007

D'après DGAL. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079

Depuis que la prévalence de la tuberculose en France est faible, cette technique n'est pas d'une grande efficacité pour le dépistage de la maladie, ainsi en 2005 seuls 8% des nouveaux foyers ont été diagnostiqués grâce à l'IDT alors que 64% étaient découverts à l'abattoir. Cependant au cours de 2006 et 2007 la tendance s'est inversée.

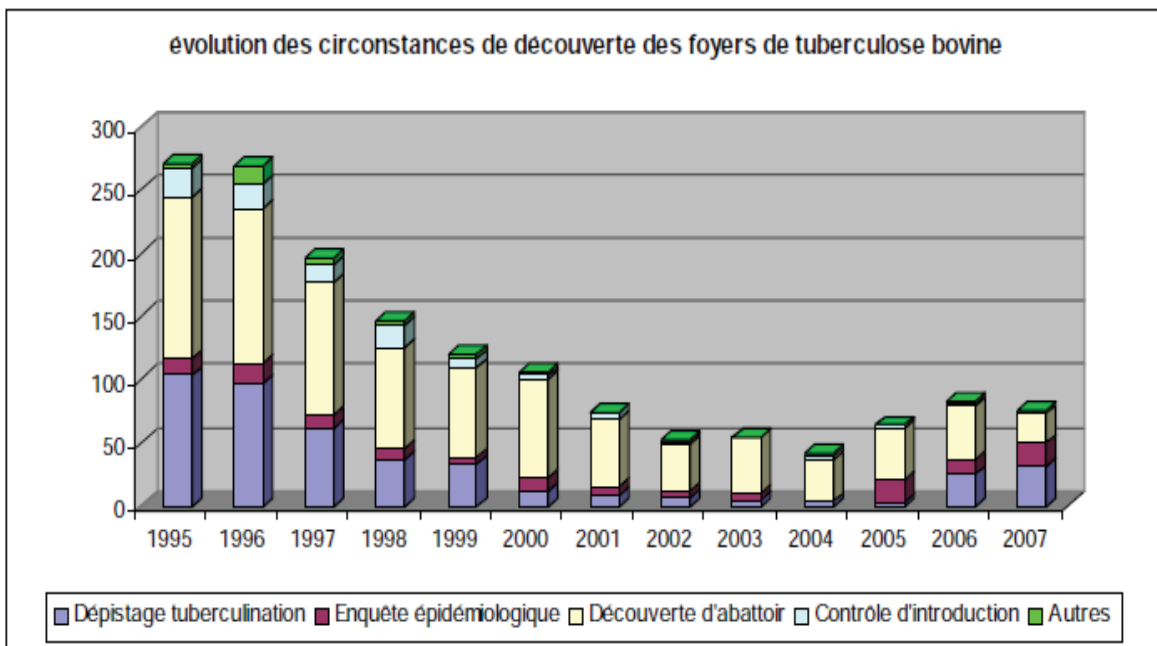


Figure 4: Evolution des circonstances de découverte des foyers de tuberculose bovine

D'après DGAL. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079

V.3.b) Les mesures en cas de tuberculose confirmée

Lorsque l'inspection post mortem met en évidence des lésions tuberculeuses dans plusieurs parties de la carcasse, la carcasse doit être déclarée impropre à la consommation humaine, par contre si les lésions n'atteignent les nœuds lymphatiques d'un seul organe ou d'une seule partie de la carcasse alors seul cet organe ou cette partie de la carcasse doit être déclaré impropre à la consommation humaine (règlement 854/2004).

A partir de l'AM du 14 Mai 1999, lorsqu'un bovin est déclaré infecté de tuberculose, l'abattage total du cheptel est obligatoire. Cette mesure avait déjà commencé à être mise en œuvre, en 1999 environ 50% des découvertes étaient suivies d'un abattage total. Cependant elle n'a pas été appliquée immédiatement à tous les cas puisqu'en 2004 seulement 88% des cas donnent lieu à un abattage total (4).

Ce n'est qu'à partir de 2003 que des enquêtes épidémiologiques approfondies sont réalisées de façon systématique, afin de déterminer quels autres élevages sont susceptibles d'être infectés. La contamination est possible de trois manières : introduction d'un animal tuberculeux dans un troupeau indemne, voisinage avec un troupeau infecté ou résurgence d'une ancienne souche. Les études épidémiologiques doivent donc étudier ces trois risques pour être les plus complètes possible.

Partie II : Le diagnostic en abattoir : données concernant le Sud-Ouest, de 2000 à 2010

I. Matériel et méthode

I.1) Les données

Les bovins concernés par l'étude sont ceux qui ont été abattus entre le 11 Septembre 2000 et le 22 Octobre 2010 et dont l'analyse histologique a été réalisée à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse au service d'HIDAOA. Cela regroupe 606 bovins abattus dans 37 abattoirs, du Sud-Ouest principalement.

A partir des fiches de transmission des abattoirs, des fiches de résultats histologiques et bactériologiques, pour chaque animal les données suivantes ont été relevées :

- **abattoir d'origine**
- numéro de cheptel et département du cheptel
- numéro d'identification du bovin
- date de naissance et date d'abattage dont a été déduit l'**âge** du bovin, avec pour convention de X ans à X ans + 11 mois = X ans, par exemple un bovin de 3 ans et 8 mois est noté 3 ans
- **race** par le code type racial officiel (voir annexe 1)
- **sexe**
- **laissez-passer** : O si l'animal a fait l'objet d'un laissez-passer sanitaire, d'un abattage diagnostique et N si c'est une découverte d'abattoir
- **lésions d'organes** : O si au moins un organe présente une lésion lors de l'inspection post mortem à l'abattoir et N en l'absence de lésion
- **lésions nœuds lymphatiques** : le nombre de nœuds lymphatiques présentant une lésion à l'inspection post mortem à l'abattoir, avec 4 qui représente quatre nœuds lymphatiques atteints ou plus
- **nœuds lymphatiques (NL) atteints** avec A = NL retropharyngiens, B = NL pulmonaires, C = NL mediastinaux et D = autres NL
- **résultat histologie**, avec TB pour lésion fortement suspecte de tuberculose
- **résultat PCR** : les résultats de PCR proviennent tous du Laboratoire Vétérinaire Départemental de la Haute-Garonne, O pour positif et N pour négatif
- **résultat culture/identification** : les résultats de la culture bactérienne proviennent de plusieurs LVD, majoritairement du LVD 31, avec confirmation de

l'identification de la souche par le laboratoire référant de l'AFSSA. En cas de culture positive sans confirmation, le résultat est noté *M* pour Mycobactéries.

- **réserve bactériologie** : en cas de culture bactérienne négative, une réserve est retenue si l'échantillon a fait l'objet de plusieurs processus de décontamination avec par conséquent un résultat moins fiable.

I.2) L'inspection post mortem

L'inspection post-mortem a été effectuée dans chaque abattoir par le vétérinaire sanitaire de l'abattoir, selon les modalités décrites précédemment et les résultats ont été reportés sur la fiche de transmission.

I.3) L'analyse histologique

L'analyse histologique a été réalisée au service d'HIDAOA de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Les échantillons sont découpés, fixés au formol pendant 48h puis redécoupés et mis en cassette. Ils subissent alors une imprégnation en paraffine dans un automate. Les échantillons sont ensuite déposés dans des moules spécifiques avec la paraffine, solidifiés sur une plaque réfrigérante pour être coupés au microtome à 3 microns d'épaisseur. Les coupes sont alors séchées. Pour l'observation, les coupes sont déparaffinées puis colorées. Deux colorations sont effectuées : la coloration de Lilli Pasternak qui permet d'analyser la structure et les caractéristiques cytologiques et la coloration de Ziehl Neelsen spécifique des mycobactéries.

I.4) L'analyse bactériologique

Les cultures bactériennes ont été effectuées dans les Laboratoires Vétérinaires Départementaux (LVD), dont la plus grande partie dans le LVD 31. Quelques résultats proviennent du LVD 40 et du LVD 18. Les cultures bactériennes sont réalisées selon la norme AFNOR NF U 47-104 (2003). La croissance des mycobactéries étant très lente, les lectures sont répétées jusqu'à 3 mois avant de conclure à une culture négative. Plusieurs décontaminations sont parfois effectuées. L'identification des colonies repose sur leur vitesse de croissance et leur couleur et celle des germes sur leurs caractéristiques biochimiques. En cas d'identification des colonies comme étant des mycobactéries, les souches sont envoyées au laboratoire de référence, l'ANSES à Maisons-Alfort.

Les PCR ont toutes été réalisées au LVD 31 selon une méthode de PCR en temps réel qui permet de détecter les mycobactéries du complexe *M. tuberculosis*.

I.5) Le traitement des données

Les bovins ont été classés en cinq catégories selon les résultats de l'analyse histologique et de la culture bactérienne :

- **HP BP** : histologie positive (TB) et culture bactérienne positive (*M. bovis* ou *M.* ou non demandée (en cas d'abattage d'un bovin provenant d'un troupeau infecté avec une analyse histologique positive)
- **HP BD** : histologie positive (TB) et culture bactérienne douteuse (contamination ou culture négative mais avec une réserve ou absence de résultat)
- **HN BP** : histologie négative (tout sauf TB) et culture bactérienne positive (*M. bovis* ou *M.*)
- **HP BN** : histologie positive (TB) et culture bactérienne négative (culture négative sans réserve ou *Mycobacterium* autres que *M. bovis*)
- **HN BN** : histologie négative (tout sauf TB) et culture bactérienne différente de *M. bovis* et de *M.*

II. Résultats

II.1) Les différentes techniques

Les tableaux suivants montrent les résultats obtenus par analyse histologique (tableau 4), culture bactérienne (tableau 5) et PCR (tableau 6) ainsi qu'une synthèse des résultats obtenus par ces trois méthodes (tableau 7).

Résultats histologie	Nombre de bovins	%
TB	360	59,4
Absence	69	11,4
Tumeur	57	9,4
Inflammation	50	8,3
Abcès	14	2,3
Actinobacillose	12	2
Actinomycose	8	1,3
Calcinose	1	0,2
Autre	22	3,6
Inexploitable	5	0,8
Pas de données	8	1,3
Total	606	0

Tableau 4: Les résultats de l'analyse histologique

Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Costello et al (14) à partir de 3000 nœuds lymphatiques bovins suspects de tuberculose, prélevés entre 1994 et 1996. Costello et al (Irlande) ont obtenu notamment 66,1% de lésions de tuberculose, 15,5 % d'actinobacillose, 3,5% de lésions dues à *Rhodococcus equi*, 4,2% de parasitisme et 2,4% de lésions tumorales. Il y a une forte présence d'actinobacillose (15,5% contre 2%) et de *Rhodococcus equi* (3,5% contre 0%).

Résultats culture bactérienne	Nombre de bovins	%
<i>M. bovis</i>	246	40,1
<i>M.</i>	9	1,5
<i>M. autres que M. bovis</i>	5	0,8
Négatif	193	31,8
Contamination ou réserve	70	11,6
Non demandée	19	3,1
Absence de données	64	10,1
Total	606	100

Tableau 5: Les résultats de la culture bactérienne

Résultats PCR	Nombre de bovins	%
Positif	71	11,7
Négatif	208	34,3
Absence de données	327	54
Total	606	100

Tableau 6: Les résultats des analyses par PCR

	Positif	Négatif	Absence de résultats ou douteux
Histologie	360	238	8
Culture bactérienne	255	198	153
PCR	71	208	327

Tableau 7: Récapitulatif des résultats d'analyses histologiques et bactériologiques

Les résultats étant trop peu nombreux pour la PCR, les données ont été classées selon leurs résultats d'histologie et de culture bactérienne pour la suite de l'étude d'après les catégories décrites précédemment.

	Nombre de bovins	%
HP BP	264	43,6
HP BD	66	10,9
HN BP	10	1,6
HP BN	30	5,0
HN BN	236	38,9
Total	606	100,0

Tableau 8: Répartition des bovins dans les différentes catégories

L'histologie et la culture bactérienne donnent des résultats concordant dans 82,5% des cas, discordant dans 6,6% des cas et les 10,9% restants correspondent à une culture bactérienne douteuse.

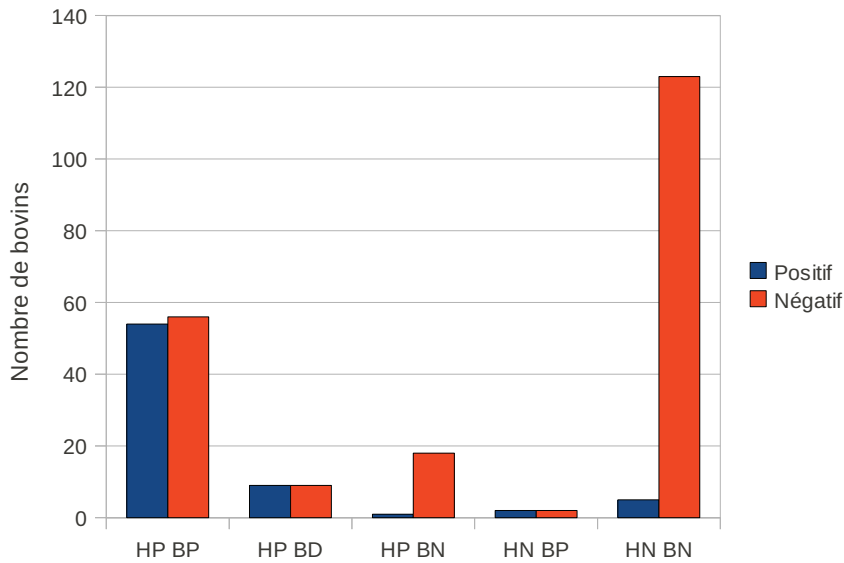


Figure 5: Résultats des analyses par PCR en fonction des catégories

La figure 5 indique les résultats obtenus par PCR en fonction des catégories de bovins. On note une bonne correspondance pour la catégorie HN BN avec 96 % de PCR négatives, en revanche pour la catégorie HP BP, 49% des PCR sont positives et 51% des PCR sont négatives, la PCR ne paraît donc pas très sensible mais présente une bonne spécificité.

Llamazares et al (36) présentent des résultats avec une meilleure sensibilité de la PCR : sur 174 échantillons présentant une culture positive, 144 (82,8%) sont positifs à la PCR.

II.2) L'évolution de 2001 à 2010

Si l'on considère le nombre total d'analyses effectuées, on constate une tendance à la baisse entre 2001 et 2010 (93 et 33 bovins respectivement) avec un pic en 2004 et en 2008. Le nombre d'animaux HN BN suit la tendance générale, avec 55 cas en 2001 et 16 en 2010 ; par contre si l'on considère les HP BP, le nombre est plutôt stationnaire (17 cas en 2001 et 16 en 2010) avec un pic en 2003 et 2004 (34 et 49 bovins respectivement).

Une réserve est tout de même à émettre pour les résultats obtenus en 2010, en effet la dernière analyse de l'étude date du 22 octobre 2010, or il semble que plusieurs foyers aient été détectés entre le 22 Octobre et le 31 Décembre 2010.

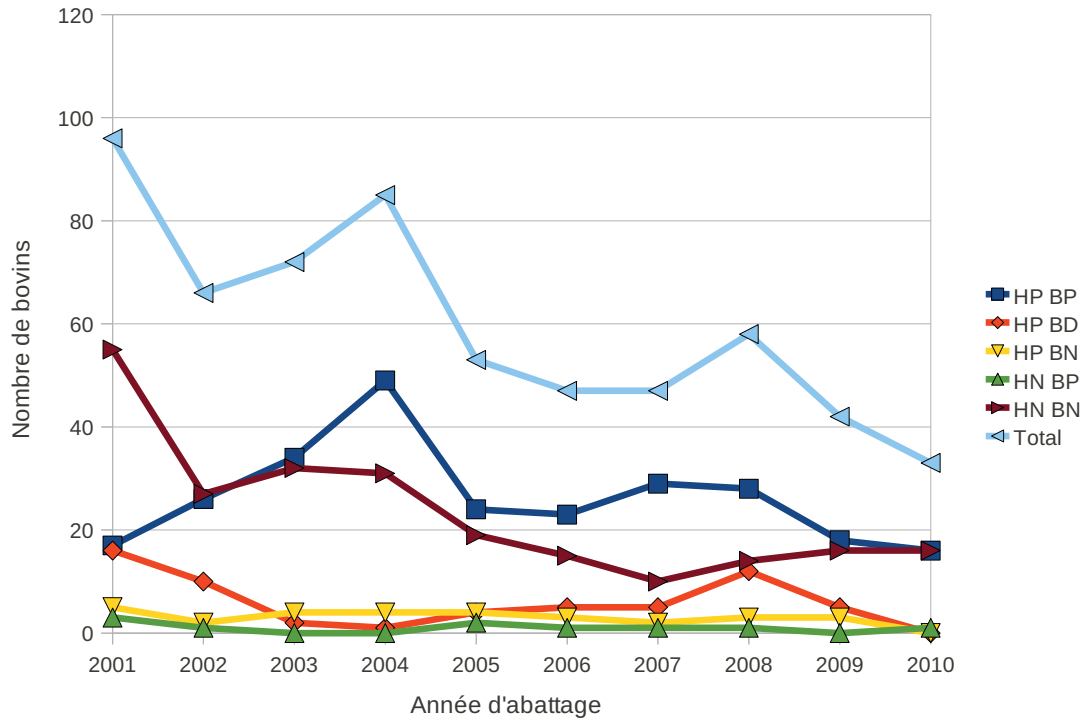


Figure 6: Evolution du nombre de cas de 2001 à 2010

II.3) Laissez-passer ou découverte d'abattoir

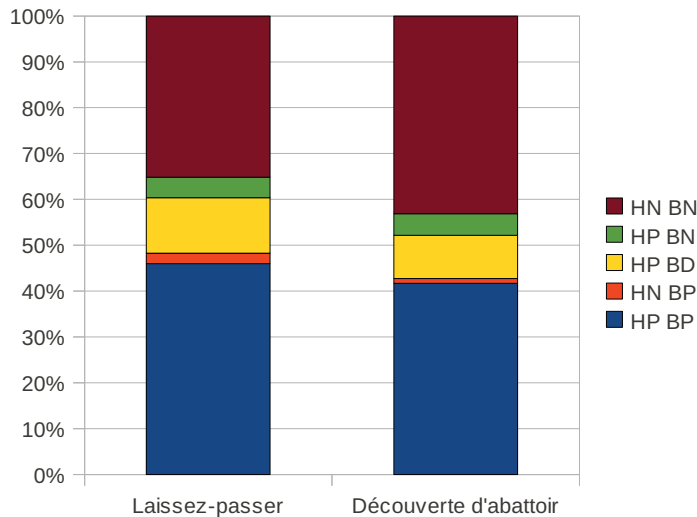


Figure 7: Répartition des catégories selon la présence ou l'absence de laissez-passer

Parmi les 606 bovins analysés, 313 sont arrivés à l'abattoir avec un laissez passer, 276 sont des découvertes d'abattoir et 17 ont un statut inconnu. La figure 6 montre que la

proportion de bovins HP BP est à peu près la même dans les « laissez-passer » et dans les « découvertes d'abattoir » (46,0% vs 41,7%). On aurait pu s'attendre à ce qu'il y ait plus d'animaux positifs parmi ceux arrivés avec un laissez-passer.

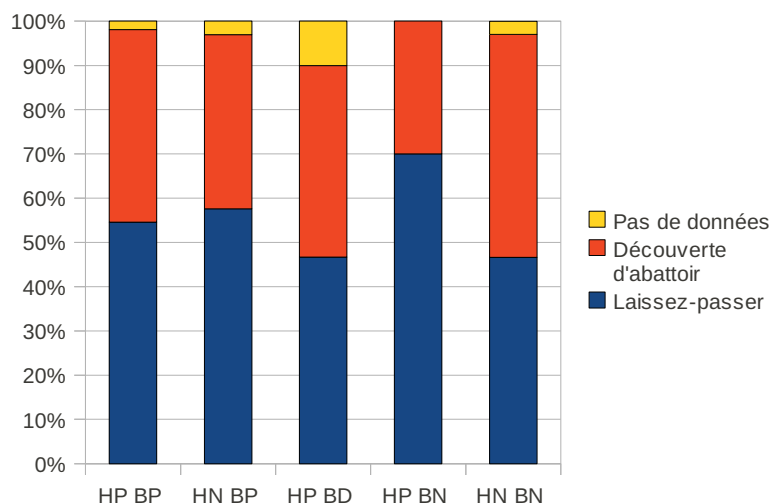


Figure 8: Présence ou absence d'un laissez-passer selon les catégories

La figure 8 montre que la proportion de bovins arrivés avec un laissez-passer sanitaire est légèrement supérieur chez les HP BP par rapport aux HN BN (54,5% vs 46,6%). Parmi les HP BP, il y en a quand même 43,6% qui sont des découvertes d'abattoir, cela confirme le problème de l'efficacité du dépistage sur animaux vivants, déjà mis en évidence par la figure 4.

II.4) Atteinte des organes et des nœuds lymphatiques

L'anneau externe représente les BV avec lésion(s) d'organe(s).
L'anneau interne représente les BV sans lésion d'organe.

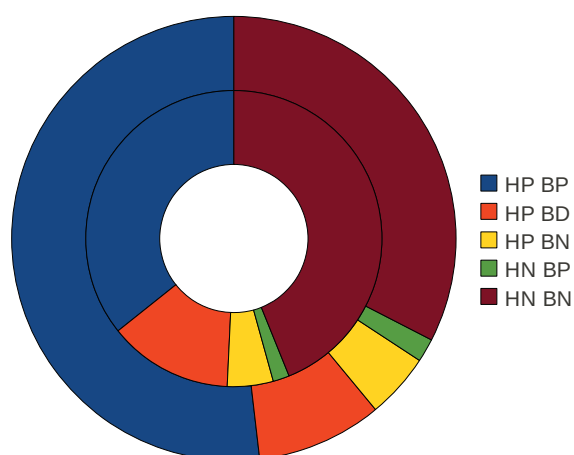


Figure 9: Répartition des catégories selon la présence ou non d'un organe lésé

La proportion de HP BP est nettement supérieure chez les BV présentant au moins un organe lésé par rapport aux bovins sans organe lésé (51,9% vs 35,7%) et inversement pour la proportion de HN BN (35,7% vs 43,9%). La présence d'au moins un organe lésé est donc favorable à la détection de la tuberculose.

L'anneau externe représente les HP BP.
L'anneau interne représente les HN BN.

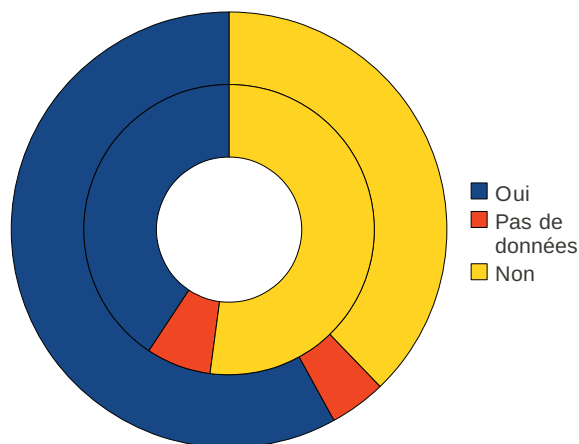


Figure 10: Présence ou absence d'un organe lésé chez les HP BP et les HN BN

La proportion d'animaux présentant au moins un organe lésé est plus grande chez les HP BP que chez les HN BN (58,0% vs 40,7%).

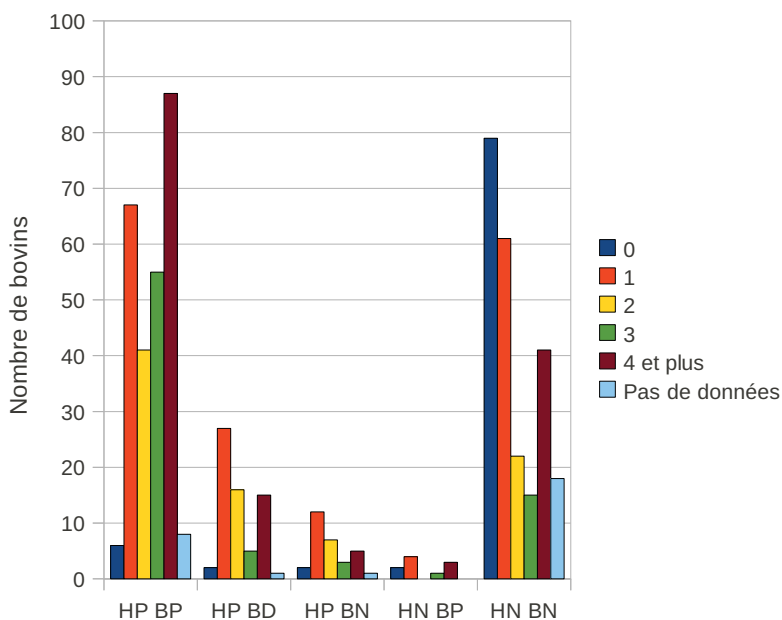


Figure 11: Nombre de nœuds lymphatiques atteints en fonction des catégories

Nombre de NL atteints	HPBP	HN BN
0	2,3%	33,5%
1	25,4%	25,8%
2	15,5%	9,3%
3	20,8%	6,4%
4 ou plus	33,0%	17,4%
Pas de données	3,0%	7,6%

Tableau 9: Répartition du nombre de nœuds lymphatiques atteints chez les HP BP et HN BN

Seulement 2,3% des HP BP n'ont aucun nœud lymphatique atteint, contre 33,5% des HN BN. Martin-Hernando et al ont étudié la contamination des cerfs en Espagne et 30% des cerfs positifs en culture ne présentent aucune lésion macroscopique (38).

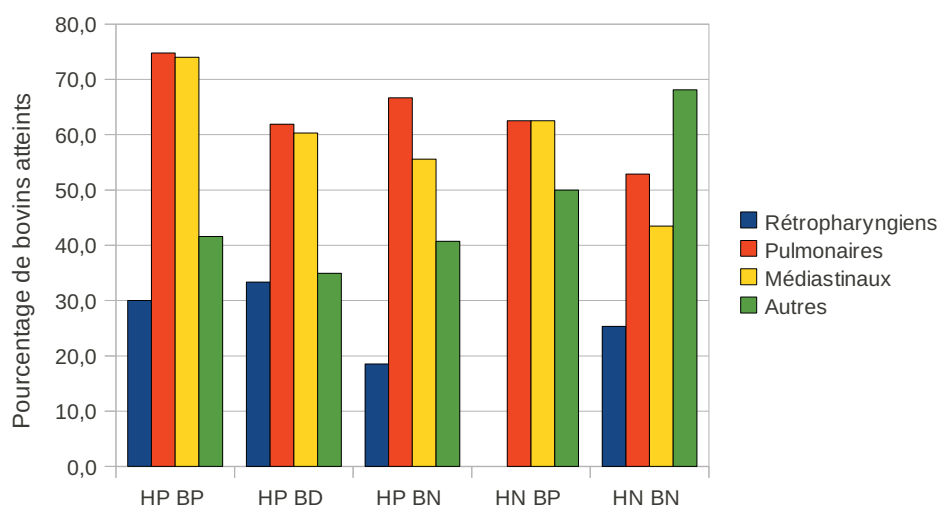


Figure 12: Nœuds lymphatiques présentant une lésion

Parmi les HPBP, 30,0% présentent des lésions des nœuds lymphatiques rétropharyngiens, 74,8% des lésions des nœuds lymphatiques pulmonaires et 74,0% des lésions des nœuds lymphatiques médiastinaux.

NL atteints	HP BP	HP BD	HP BN	HN BP	HN BN	Total
A	44,4	22,2	5,6	0	27,8	100
A B	80	0	0	0	20	100
A B C	87,5	0	12,5	0	0	100
A B C D	60	14	2	0	24	100
A B D	50	16,7	16,6	0	16,7	100
A C	50	35,7	0	0	14,3	100
A C D	40	0	0	0	60	100
A D	28,6	0	0	0	71,4	100
B	44,6	16,1	8,9	1,8	28,6	100
B C	67,4	16,9	6,7	1,1	7,9	100
B C D	57,5	6,9	3,4	2,3	29,9	100
B D	25	6,3	6,2	6,2	56,3	100
C	60,5	10,5	5,3	5,3	18,4	100
C D	50	8,3	16,7	0	25	100
D	13,5	11,5	5,8	1,9	67,3	100
Total	51,4	13	5,6	1,6	28,4	100

A : NL rétropharyngiens B : NL pulmonaires C : NL médiastinaux D : autres NL

Tableau 10: Répartition en pourcentage des catégories de bovins pour chaque combinaison de nœuds lymphatiques atteints

87,5% des bovins qui présentent des lésions concomitantes sur les nœuds lymphatiques rétropharyngiens, pulmonaires et médiastinaux sont des HP BP, les 12,5% restants sont des HP BN. L'atteinte de ces trois groupes de nœuds lymphatiques sur le même animal est donc fortement évocateur de tuberculose.

Ces résultats sont cohérents avec ceux d'études précédentes, où les lésions des poumons et des nœuds lymphatiques de la tête et de la cavité thoracique représentent entre 70 et 90% des lésions observées (13, 14, 31, 38, 58)

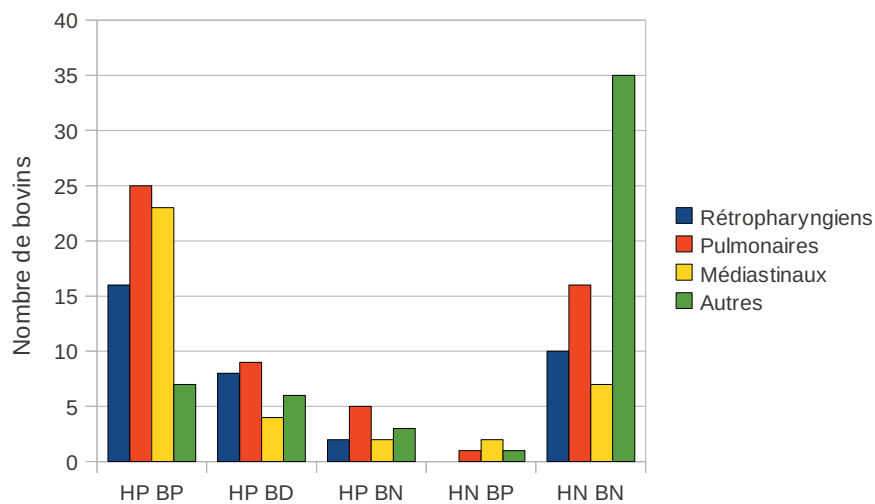


Figure 13: Nœuds lymphatiques atteints lors de lésion unique

Parmi les 264 bovins HP BP, 71 (26,9%) n'ont qu'un seul nœud lymphatique atteint, dont 7 ne concernent ni la tête ni le thorax. La proportion d'animaux présentant une lésion unique est plus faible que dans les autres études où ils représentent entre 40,3% et 66,6% des bovins positifs (12, 13, 39, 58).

NL atteints	HPBP (%)	LA Corner (%) (13)	Mc Mahon (%) (39)
Retropharyngiens	22,5	43,9	31,8
Pulmonaires	35,2	14,2	20,9
Médiastinaux	32,4	22,8	34,6
Total des 3 groupes	90,1	80,9	87,3

Tableau 11: Comparaison des nœuds lymphatiques atteints lors de lésion unique

II.5) Races concernées

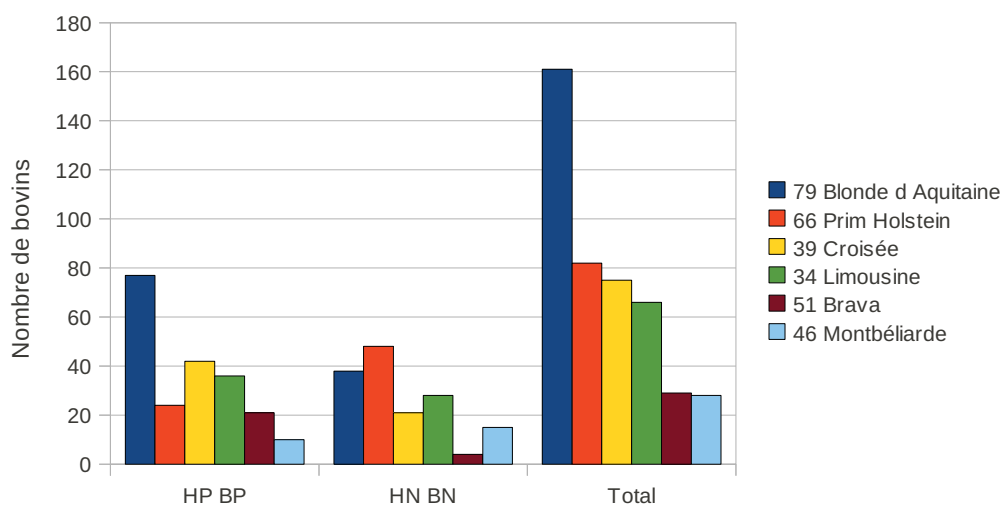


Figure 14: Représentation des six principales races

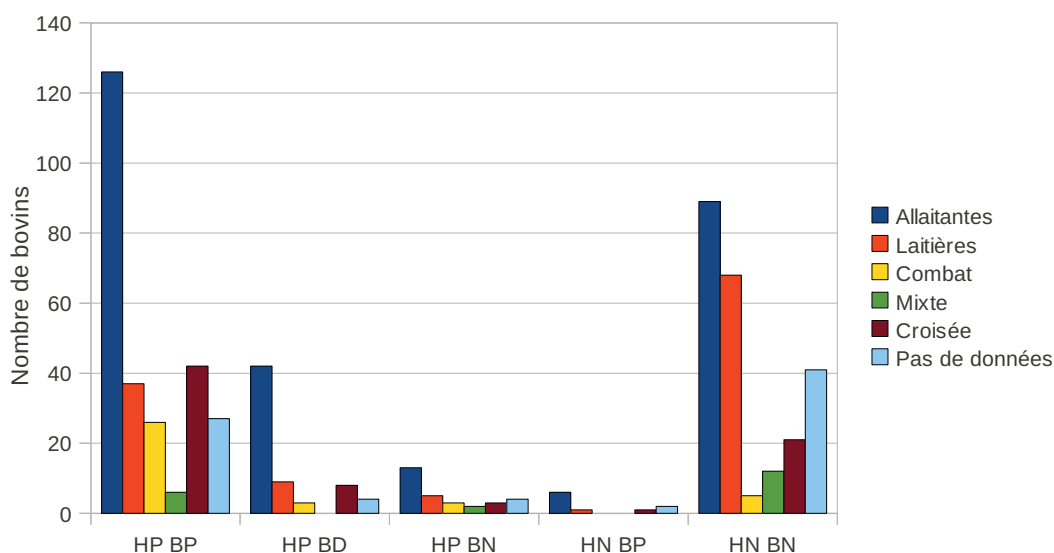


Figure 15: Répartition des bovins selon leur type racial

Les vaches allaitantes représentent 47,7% des HPBP tandis que les vaches laitières n'en représentent que 14,0%.

Nous avons obtenu pour cinq abattoirs (Castres, Montauban, Mont de Marsan, Saint Céré et Tarbes) la répartition des différentes races de bovins qui y sont abattus. L'ensemble des bovins provenant de ces abattoirs et dont les prélèvements ont été analysés dans cette étude représentent 43,4% des 606 animaux analysés. Nous faisons l'hypothèse que la répartition des races de bovins dans les autres abattoirs est équivalente à ces cinq

établissements. Nous utilisons donc les données pour faire les comparaisons suivantes.

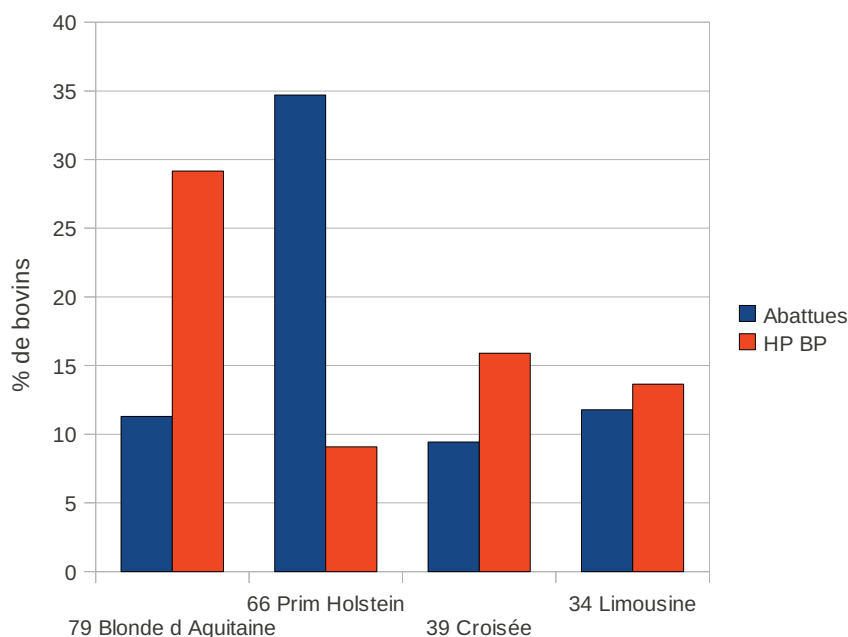


Figure 16: Répartition des HPBP dans les différentes races de bovins abattus

La proportion de bovins de race allaitante ayant un résultat positif à la tuberculose est bien supérieure à la proportion de bovins de race allaitante abattus (29,2% vs 11% concernant les Blonde d'Aquitaine), tandis que la proportion de Prim'Holstein ayant un résultat positif à la tuberculose est bien inférieure à la proportion de Prim'Holstein abattues (9,1% vs 35%). Les bovins allaitants sont donc plus touchés par la tuberculose que les bovins de race laitière.

III. Discussion

L'inspection post mortem

En accord avec plusieurs études (12, 13, 14, 58) il apparaît qu'une grande majorité des lésions se trouvent dans la cavité thoracique et la tête. Il apparaît donc comme primordial que les organes et nœuds lymphatiques correspondant soient systématiquement examinés de façon attentive et incisés, lors des inspections post mortem de routine. Cependant cette étude montre aussi qu'en cas de lésion unique, 7 bovins sur 71 présente une lésion qui ne concerne ni la tête ni la cavité thoracique, de même Corner et al trouvent 6,1% des lésions uniques dans la partie « post diaphragmatique » de la carcasse (13). Ainsi si l'on veut détecter le maximum de lésions, la partie arrière de la carcasse ne doit pas être inspecté trop superficiellement et des incisions de nœuds lymphatiques notamment mésentériques sont souhaitables. Comme pour

toutes les méthodes diagnostiques, le rapport coût/efficacité est déterminant pour sa réalisation ainsi que l'objectif recherché. L'inspection post mortem a permis la découverte de 64% des nouveaux foyers de tuberculose bovine en 2005 (18), dans cette étude, 43% des bovins présentant des résultats positifs à l'examen histologique et bactériologique sont des découvertes d'abattoir, il apparaît donc important que l'inspection post mortem soit la plus complète possible.

L'intradermo-tuberculation

L'intradermo-tuberculation reste la méthode prescrite par l'OIE pour la surveillance de la tuberculose bovine dans les zones indemnes. Cependant il apparaît que lors de faibles prévalences, les valeurs prédictives positives et négatives de ce test diminuent significativement. De plus il présente des contraintes importantes pour les éleveurs et pour les vétérinaires pour être réalisé correctement et son interprétation peut être fortement dépendante de l'opérateur. Le rapport coût/efficacité de l'intradermo-tuberculation ne paraît plus aussi attractif que pendant les premières phases de lutte. Une réflexion est à mener sur l'intérêt de son maintien et sur la possibilité d'utiliser le budget qui y est consacré d'une autre façon, pour systématiser d'autres tests, financer d'autres méthodes de lutte.

La faune sauvage

La faune sauvage apparaît aujourd'hui comme le point noir de la lutte contre la tuberculose bovine dans de nombreux pays. Des prévalences élevées sont observées dans certaines populations : 17% chez les élans et les cerfs élaphe au Canada (52), 29% chez les cerfs élaphe et 22% chez les daims européens (*Fallow deer*) en Espagne (38), 14 à 36% des blaireaux en Irlande (25, 43, 44)... Bien que la contamination directe des bovins par la faune sauvage soit difficile à établir, la proximité des animaux et la forte prévalence chez les animaux sauvages laisse supposer une probabilité élevée de transmission. Plusieurs programmes visant à diminuer la population d'animaux sauvages ont montré leur efficacité dans la baisse de la prévalence de la tuberculose chez les bovins (25, 27, 42). Il semble donc qu'étudier la prévalence chez les animaux sauvages et faire diminuer leur population en cas d'infection installée fasse partie des solutions intéressantes pour la lutte contre la tuberculose bovine. Et inversement une étude en Irlande a montré que les bovins pouvaient servir de sentinelles pour détecter la tuberculose des blaireaux car dans les zones de faible prévalence de la tuberculose chez les bovins, sa présence est aussi faible chez les blaireaux et dans les zones de forte prévalence chez les bovins, elle est forte chez les blaireaux, ce qui permet de mieux identifier les zones où un effort particulier doit être fait envers la faune sauvage (43).

Conclusion

La France est actuellement déclarée indemne de tuberculose bovine mais elle doit rester vigilante car de nouveaux cas apparaissent chaque année et la faune sauvage semble de plus en plus touchée. Le dépistage à l'abattoir est un outil majeur de la lutte contre la tuberculose bovine notamment en raison des difficultés du dépistage ante mortem, que ce soit la bonne réalisation de l'intradermo-tuberculation ou la mise en place de tests basés sur l'interféron gamma de façon systématique. Le dépistage à l'abattoir doit donc être réalisé de façon très consciencieuse. En effet chez les animaux présentant une lésion unique, 90% des nœuds lymphatiques atteints se trouvent dans la région de la tête ou de la cavité thoracique mais 10% se trouvent sur une autre partie de la carcasse. Il apparaît donc important que les autres nœuds lymphatiques soient aussi examinés et palpés de façon systématique.

Cette étude a aussi mis en évidence que les bovins de race allaitante sont plus concernés par la tuberculose que ceux de race laitière. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce constat. Le mode de vie est différent, beaucoup plus à l'extérieur pour les bovins de race allaitante avec par conséquent un contact potentiel plus fréquent avec la faune sauvage laquelle paraît impliquée dans certains cas de tuberculose bovine. D'autre part le dépistage ante mortem est plus délicat à mettre en œuvre chez les bovins de race allaitante, l'intra dermo-tuberculation chez des animaux qui sont souvent peu habitués à être manipulés peut conduire à une réalisation du test pas toujours optimale.

L'intradermo tuberculation lors d'introduction dans un nouveau cheptel n'est plus systématiquement réalisée, aujourd'hui si l'animal reste moins de 6 jours en transit et s'il provient d'un cheptel indemne, il n'est pas testé avant son départ. On peut toutefois se demander s'il ne serait quand même pas prudent de continuer à les tester, soit par intradermo-tuberculation soit à l'aide d'un test fondé sur l'interféron gamma, afin de limiter le risque d'introduction de la maladie dans un cheptel. En effet, au vu de la pathogénie, un cheptel peut rester déclaré indemne quelques temps même s'il héberge quelques bovins infectés.

Enfin un autre outil pour compléter la lutte contre la tuberculose bovine pourrait être la vaccination. Certaines études ont montré une efficacité du vaccin à base du bacille de Calmette-Guérin chez des veaux dans certaines conditions (28). Toutefois il est indispensable de pouvoir différencier les animaux vaccinés des animaux infectés et donc de trouver soit un antigène vaccinal soit un test de dépistage qui permette de faire la différence.

Références bibliographiques

- 1 : AAGAARD C, GOVAERTS M, MEIKLE V, VALLECILLO AJ, GUTIERREZ-PABELLO JA, SUAREZ-GUEMES F et al. Optimizing antigen cocktails for detection of *Mycobacterium bovis* in herds with different prevalences of bovine tuberculosis: ESAT6-CFP10 mixture shows optimal sensitivity and specificity. *J. of Clinical Microbiology*, Décembre 2006, 44, 4326-4335.
- 2 : ALZIEU JP, JABERT P, SCHAAN M, CHAYRON L, MOQUAY-TKACZUK V, BENARD G. Suivi sanitaire de la faune sauvage autour d'un foyer de tuberculose bovine récemment décelé. *Recueil des conférences Journées Nationales GTV Nantes 2011*, 2011, 755-763.
- 3 : BENARD G. Les viandes tuberculeuses. Cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. 2007.
- 4 : BENET JJ, BOSCHIROLI ML, DUFOUR B, GARIN-BASTUJI B. lutte contre la tuberculose bovine en france de 1954 à 2004 : analyse de la pertinence épidémiologique de l'évolution de la réglementation. *Epidémiol. et santé anim.*, 2006, 50, 127-143.
- 5 : BUDDLE BM, McCARTHY AR, RYAN TJ, POLLOCK JM, VORDERMEIER HM, HEWINSON RG et al. Use of mycobacterial peptides and recombinant proteins for the diagnosis of bovine tuberculosis in skin test-positive cattle. *Veterinary Record*, 2003, 153, 615-620.
- 6 : CAGIOLA M, FELIZIANI F, SEVERI G, PASQUALI P, RUTII D. Analysis of possible factors affecting the specificity of the gamma interferon test in tuberculosis-free cattle herds. *Clin. Diag. Lab. Immun.*, 2004, 11, 952-956.
- 7 : CARDOSO MA, CARDOSO RF, HIRATA RDC, HIRATA MH, LEITE CQF, SANTOS ACB et al. Direct detection of *Mycobacterium bovis* in bovine lymph nodes by PCR. *Zoonoses Public Health*, 2009, 56, 465-470.
- 8 : CASSIDY JP, BRYSON DG, POLLOCK JM, EVANS RT, FORSTER F, NEILL SD. Early lesion formation in cattle experimentally infected with *Mycobacterium bovis*. *J. Comp. Path.*, 1998, 119, 27-44.

- 9 : CASSIDY JP, BRYSON DG, NEILL SD. Tonsillar lesions in cattle naturally infected with *Mycobacterium bovis*. *The Veterinary Record*, 1999, 144, 139-142.
- 10 : CHAMBERS MA. Review of the diagnosis and study of tuberculosis in non-bovine wildlife species using immunological methods. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2009, 56, 215–227.
- 11 : COAD M, CLIFFORD D, RHODES S, HEWINSON RG, VORDERMEIER HM, WHELAN AO. Repeat tuberculin skin testing leads to desensitisation in naturally infected tuberculous cattle which is associated with elevated interleukin-10 and decreased interleukin-1 beta responses. *Vet. Res.*, 2010, 41, 14.
- 12 : CORNER LA. Post mortem diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in cattle. *Veterinary Microbiology*, 1994, 40, 53-63.
- 13 : CORNER LA, MELVILLE L, McCUBBIN K, SMALL KJ, McCORMICK BS, WOOD PR et al. Efficiency of inspection procedures for the detection of tuberculous lesions in cattle. *Aust. Vet. J.*, 1990, 67, 389-392.
- 14 : COSTELLO E, QUIGLEY F, FLYNN O, GOGARTY A, McGUIRK J, MURPHY A et al. Laboratory examination of suspect tuberculous lesions detected on abattoir post mortem examination of cattle from non-reactor herds. *Irish Vet. J.*, 1998, 51, 248-250.
- 15 : CRAWSHAW TR, GRIFFITHS IB, CLIFTON-HADLEY RS. Comparison of a standard and a detailed postmortem protocol for detecting *Mycobacterium bovis* in badgers. *Veterinary Record*, 2008, 163, 473-477.
- 16 : DE LA RUA-DOMENECH R, GOODCHILD AT, VORDERMEIER HM, HEWINSON RG, CHRISTIANSEN KH, CLIFTON-HADLEY RS. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle : a review of the tuberculin tests, γ -interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. *Research in Veterinary Science*, 2006, 81, 190-210.
- 17 : DIRECTION GENERALE DE L'ALIMENTATION. Note de service du 14 Mai 2007. 2007-8115.
- 18 : DIRECTION GENERALE DE L'ALIMENTATION. Note de service du 25 Février 2009. 2009-8079.
- 19 : DOHERTY ML, MONAGHAN ML, BASSETT HF, QUINN PJ. Effect of a

recent injection of purified protein derivated on diagnostic tests for tuberculosis in cattle infected with *Mycobacterium bovis*. *Research in Veterinary Science*, 1995, 58, 217-221.

- 20 : EUZEBY JP. Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. Page consultée le 18 Juillet 2001. www.bacterio.cict.fr/bacdico/mm/mycobactcaprae.html
- 21 : FAYE S, MOYEN JL, GARES H, BENET JJ, GARIN-BASTUJI B, BOSCHIROLI ML. Determination of decisional cut-off values for the optimal diagnosis of bovine tuberculosis with a modified IFNg assay (Bovigam1) in a low prevalence area in France. *Veterinary Microbiology*, 2001, 151, 60-67.
- 22 : FRANCEAGRIMER. Les produits carnés, avicoles et laitiers. *Données statistiques 2009*.
- 23 : FRANCEAGRIMER. Filière bovine. *Les filières de l'élevage français*, Septembre 2010.
- 24 : FRANKENA K, WHITE PW, O'KEEFFE J, COSTELLO E, MARTIN SW, VAN GREVENHOF I, MORE SJ. Quantification of the relative efficiency of factory surveillance in the disclosure of tuberculosis lesions in attested Irish cattle. *Veterinary Record*, 2007, 161, 679-684.
- 25 : GRIFFIN JM, WILLIAMS DH, KELLY GE, CLEGG TA, O'BOYLE I, COLLINS JD et al. The impact of badger removal on the control of tuberculosis in cattle herds in Ireland. *Preventive Veterinary Medicine*, 2005, 67, 237-266.
- 26 : HADDAD N, OSTYN A, KAROUI C, THOREL MF, DURAND B. Le typage moléculaire des isolats de *Mycobacterium bovis*. *Bulletin des GTV*, 2004, 23, 323-330.
- 27 : HARS J, RICHOMME C, BOSCHIROLI ML. La tuberculose bovine dans la faune sauvage en France. *Bulletin Epidémiologique*, 2010, 38, 28-30.
- 28 : HOPE JC, THOM ML, VILLARREAL-RAMOS B, VORDERMEIER HM, HEWINSON RG, HOWARD CJ. Vaccination of neonatal calves with *Mycobacterium bovis* BCG induces protection against intranasal challenge with virulent *M. bovis*. *Clinical and Experimental Immunology*, 2005, 139, 48-56.
- 29 : JOHNSON LK, LIEBANA E, NUNEZ A, SPENCER Y, CLIFTON-HADLEY R, JAHANS K et al. Histological observations of bovine tuberculosis in lung and lymph

node tissues from British deer. *The Veterinary Journal*, 2008, 175, 409-412.

- 30 : LAI C, TAN C, LIN S, LIAO C, HUANG Y, WANG C et al. Diagnostic value of an enzyme-linked immunospot assay for interferon- γ in genitourinary tuberculosis. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 2010, 68, 247-250.
- 31 : LEPPER AWD, PEARSON CW. The route of infection in tuberculosis of beef cattle. *Aust. Vet. J.*, 1973, 49, 266-267
- 32 : LIEBANA E, ARANAZ A, FRANCIS B, COUSINS D. Assessment of genetic markers for species differentiation within the mycobacterium tuberculosis complex. *Journal of Clinical Microbiology*, 1996, 34, 933-938.
- 33 : LILENBAUM W, RIBEIRO ER, SOUZA GN, MOREIRA EC, FONSECA LS, FERREIRA MAS et al. Evaluation of an ELISA-PPD for the diagnosis of bovine tuberculosis on field trials in Brazil. *Res. Vet. Sci.*, 1999, 66, 191-195.
- 34 : LILENBAUM W, SCHETTINI C, SOUZA GN, RIBEIRO ER, MOREIRA EC, FONSECA LS. Comparison between a γ -IFN assay and intradermal tuberculin test for the diagnosis of bovine tuberculosis in field trials in Brazil. *J. Vet. Med. B.*, 1999, 46, 353-358.
- 35 : LILENBAUM W, PESSOLANI MCV, FONSECA LS. The use of Ag85 complex as antigen in ELISA for the diagnosis of bovine tuberculosis in Brazil. *J. Vet. Med. B.*, 2001, 48, 161-166.
- 36 : LLAMAZARES G, MARTIN G, MARTIN A, CRIADO L, RODRIGUEZ D, FERRI R. Comparison of different methods for diagnosis of bovine tuberculosis from tuberculin- or interferon γ - reacting cattle in Spain. *J. of Applied Microbiology*, 1999, 87, 465-471.
- 37 : MARASSI CD, MEDEIROS L, McNAIR J, LILENBAUM W. Use of recombinant proteins MPB70 or MPB83 as capture antigens in ELISAs to confirm tuberculosis infections in Brazil. *Acta tropica*, 2011, 118, 101-104.
- 38 : MARTIN-HERNANDO MP, TORRES MJ, AZNAR J, NEGRO JJ, GANDIA A, GORTAZAR C. Distribution of lesions in red and fallow deer naturally infected with *Mycobacterium bovis*. *J. Comp. Path.*, 2010, 142, 43-50.
- 39 : McMAHON J, KAHN S, BATEY R, MURRAY JG, MOO D, SLOAN C. Revised

post mortem inspection procedures for cattle and pigs slaughtered at Australian abattoirs. *Aust. Vet. J.*, 1987, 64, 183-187

- 40 : MEDEIROS L, MARASSI CD, FIGUEIREDO EES, LILENBAUM W. Potential application of new diagnostic methods for controlling tuberculosis in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2010, 41, 531-541.
- 41 : MISHRA A, SINGHAL A, CHAUHAN DS, KATOCH VM, SRIVASTAVA K, THAKRAL SS et al. Direct detection and identification of mycobacterium tuberculosis and mycobacterium bovis in bovine samples by a novel nested PCR assay: correlation with conventional techniques. *Journal of Clinical Microbiology*, 2005, 43, 5670-5678.
- 42 : MORE SJ, GOOD M. The tuberculosis eradication programme in Ireland : a review of scientific and policy advances since 1988. *Veterinary Microbiology*, 2006, 112, 239-251.
- 43 : MURPHY D, GORMLEY E, COLLINS DM, McGRATH G, SOVSIC E, COSTELLO E et al. Tuberculosis in cattle herds are sentinels for *Mycobacterium bovis* infection in European badgers (*Meles meles*): the Irish Greenfield study. *Veterinary Microbiology*, 2011, 151, 120-125.
- 44 : MURPHY D, GORMLEY E, COSTELLO E, O'MEARA D, CORNER LA. The prevalence and distribution of *Mycobacterium bovis* infection in European badgers (*Meles meles*) as determined by enhanced post mortem examination and bacteriological culture. *Research in Veterinary Science*, 2010, 88, 1-5.
- 45 : NORBY B, BARTLETT PC, FITZGERALD SD, GRANGER LM, BRUNING-FANN CS. The sensitivity of gross necropsy, caudal fold and comparative cervical tests for the diagnosis of bovine tuberculosis. *J. Vet. Diagn. Invest.*, 2004, 16, 126-131.
- 46 : PALMER MV, WATERS WR, WHIPPLE. lesion development in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) experimentally infected with *Mycobacterium bovis*. *Vet. Pathol.*, 2002, 39, 334-340.
- 47 : PARRA A, LARRASA J, GARCI A, ALONSO JM, HERMOSO DE MENDOZA J. Molecular epidemiology of bovine tuberculosis in wild animals in Spain: A first approach to risk factor analysis. *Veterinary Microbiology*, 2005, 110, 293-300.
- 48 : PARSONS SDC, COOPER D, McCALL AJ, McCALL WA, STREICHER EM,

LE MAITRE NC et al. Modification of the QuantiFERON-TB Gold (In-Tube) assay for the diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in African buffaloes (*Syncerus caffer*). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2011, 142, 113-118.

- 49 : PROANO-PEREZ F, BENITEZ-ORTIZ W, CELI-ERAZO M, RON-GARRIDO L, BENITEZ-CAPISTROS R, PORTAELS F et al. Comparative intradermal tuberculin test in dairy cattle in the north of Ecuador and risk factors associated with bovine tuberculosis. *Am.J. Trop. Med. Hyg.*, 2009, 81, 1103-1109.
- 50 : PROANO-PEREZ F, BENITEZ-ORTIZ W, DESMECHT D, CORAL M, ORTIZ J, RON L et al. Post-mortem examination and laboratory-based analysis for the diagnosis of bovine tuberculosis among dairy cattle in Ecuador. *Preventive Veterinary Medicine*, 2011, 101, 65-72.
- 51 : RHYAN JC, SAARI DA. A comparative study of the histopathologic features of bovine tuberculosis in cattle, fallow deer (*Dama dama*), sika deer (*Cervus nippon*), and red deer and elk (*Cervus elaphus*). *Vet. Pathol.*, 1995, 32, 215-220.
- 52 : ROHONCZY E, BALACHANDRAN A, DUKES T, PAYEUR J, RHYAN J, SAARI D et al. A comparison of gross pathology, histopathology and mycobacterial culture for the diagnosis of tuberculosis in Elk (*Cervus elaphus*). *Can. J. Vet. Res.*, 1996, 60, 108-114.
- 53 : SANTOS N, GERALDES M, AFONSO A, ALMEIDA V, CORREIA-NEVES M. Diagnosis of tuberculosis in the wild boar (*Sus scrofa*) : a comparison of methods applicable to hunter-harvested animals. *Plos one*, 2010, 5, e12663.
- 54 : SCHILLER I, RAY WATERS W, VORDERMEIER HM, JEMMI T, WELSH M, KECK N et al. Bovine tuberculosis in Europe from the perspective of an officially tuberculosis free country: trade, surveillance and diagnostics. *Veterinary Microbiology*, 2011, 151, 153-159.
- 55 : THOM ML, HOPE JC, McAULAY M, VILLAREAL-RAMOS B, COFFEY TJ, STEPHENS S et al. The effect of tuberculin testing on the development of cell-mediated immune responses during *Mycobacterium bovis* infection. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2006, 114, 25-36.
- 56 : THOM M, MORGAN JH, HOPE JC, VILLAREAL-RAMOS B, MARTIN M, HOWARD CJ. The effect of repeated tuberculin skin testing of cattle on immune

responses and disease following experimental infection with *Mycobacterium bovis*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2004, 102, 399-412.

- 57 : VORDERMEIER HM, WHELAN A, COCKLE PJ, FARRANT L, PALMER N, HEWINSON RG. Use of synthetic peptides derived from the antigens ESAT-6 and CFP-10 for differential diagnosis of bovine tuberculosis in cattle. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 2001, 8, 571-578.
- 58 : WHIPPLE D, BOLIN C, MILLER J. Distribution of lesions in cattle infected with *Mycobacterium bovis*. *J. Vet. Diagn. Invest*, 1996, 8, 351-354.
- 59 : WIKER HG. MPB70 and MPB83 : major antigens of *Mycobacterium bovis*. *Scand. J. Immunol.*, 2009, 69, 492-499.
- 60 : ZANELLA G, DURAND B, HARS J, MOUTOU F, GARIN-BASTUJI B, DUVAUCHELLE A et al. *Mycobacterium bovis* in wildlife in France. *Journal of Wildlife Diseases*, 2008, 44, 99-108.

Annexes

Annexe 1 : Code des races bovines par ordre alphabétique

Type racial	Code	Type racial	Code
Abondance	12	Herens	82
Angus	17	Highland Cattle	86
Armoricaine	43	Inra 95	95
Aubrac	14	Jersiaise	15
Auroch reconstitué	30	Limousine	34
Ayrshire	18	Lourdaise	33
Bazadaise	24	Maraichine	58
Béarnaise	61	Marchigiana	49
Bison	10	Mirandaise (Gasconne aérolée)	77
Blanc bleu	25	Montbéliarde	46
Bleue du Nord	52	N'Dama	54
Blonde d'Aquitaine	79	Nantaise	76
Bordelaise	26	Normande	56
Brahma	81	Parthenaise	71
Bretonne Pie Noire	29	Pie Rouge des Plaines	19
Brune	21	Piémontaise	75
Buffle	20	Prim'Holstein	66
Canadienne	92	Raço di Biou (Camargue)	37
Casta (Aure et Saint Girons)	97	Rouge Flamande	63
Charolaise	38	Rouge des pieds	41
Chianina	32	Salers	23
Corse	36	Saosnois	88
Créole	55	Simmental Française	35
Dairy Shorthorn	42	South Devon	45
De combat (Espagnole Brava)	51	Tarentaise	31
Ferrandaise	65	Villars de Lans	53
Froment du Léon	69	Vosgienne	57
Galloway	73		
Gasconne	72	Autres races allaitantes étrangères	48
Gelbvieh	78	Autres races traites étrangères	44
Guernesey	74	Croisée	39
Herefore	85	Race inconnue	00

D'après www.agriculture.gouv.fr

Annexe 2 : Extrait du règlement 854/2004 définissant les conditions d'inspection post mortem

ANNEXE I : VIANDES FRAICHES SECTION IV : EXIGENCES SPÉCIFIQUES CHAPITRE I : ANIMAUX DOMESTIQUES DE L'ESPÈCE BOVINE

A. BOVINS DE MOINS DE SIX SEMAINES

Les carcasses et les abats des bovins de moins de six semaines doivent être soumis aux procédures d'inspection post mortem suivantes :

- 1) examen visuel de la tête et de la gorge ; incision et examen des ganglions lymphatiques rétropharyngiens (*Lnn. retropharyngiales*) ; inspection de la bouche et de l'arrière-bouche ; palpation de la langue ; *4 supprimé 4* ;
- 2) examen visuel des poumons, de la trachée et de l'œsophage ; palpation des poumons ; incision et examen des poumons et des ganglions bronchiques et médiastinaux (*Lnn. bifurcationes, eparteriales et mediastinales*). La trachée et les principales ramifications bronchiques doivent être ouvertes longitudinalement et les poumons incisés en leur tiers terminal perpendiculairement à leur grand axe, étant entendu que ces incisions ne sont pas nécessaires si les poumons sont exclus de la consommation humaine ;
- 3) examen visuel du péricarde et du cœur, ce dernier faisant l'objet d'une incision longitudinale de façon à ouvrir les ventricules et à traverser la cloison interventriculaire ;
- 4) examen visuel du diaphragme ;
- 5) examen visuel du foie et des ganglions lymphatiques rétrohépatiques et pancréatiques (*Lnn. portales*) ; palpation et, si nécessaire, incision du foie et de ses ganglions lymphatiques ;
- 6) examen visuel du tractus gastro-intestinal, du mésentère, des ganglions lymphatiques stomacaux et mésentériques (*Lnn. gastrici, mesenterici, craniales et caudales*) ; palpation et, si nécessaire, incision des ganglions lymphatiques stomacaux et mésentériques ;
- 7) examen visuel et, si nécessaire, palpation de la rate ;
- 8) examen visuel des reins ; incision, si nécessaire, des reins et de leurs ganglions lymphatiques (*Lnn. renales*) ;
- 9) examen visuel de la plèvre et du péritoine ;
- 10) examen visuel et palpation de la région ombilicale et des articulations. En cas de doute, la région ombilicale doit être incisée et les articulations ouvertes. Le liquide synovial doit être examiné.

B. BOVINS DE PLUS DE SIX SEMAINES

Les carcasses et les abats des bovins de plus de six semaines doivent être soumis aux procédures d'inspection post mortem suivantes :

- 1) examen visuel de la tête et de la gorge ; incision et examen des ganglions lymphatiques sous-maxillaires, rétropharyngiens et parotidiens (*Lnn. retropharyngiales, mandibulares et parotidei*) ; examen des masséters externes, dans lesquels il convient de pratiquer deux incisions parallèles à la mandibule, ainsi que des masséters internes (muscles ptérygoïdes internes), à inciser suivant un plan. La langue, préalablement dégagée de façon à permettre un examen visuel détaillé de la bouche et de l'arrière-bouche, doit faire l'objet d'un examen visuel et d'une palpation.
- 2) inspection de la trachée et de l'œsophage ; examen visuel et palpation des poumons ; incision et examen des poumons et des ganglions bronchiques et médiastinaux (*Lnn. bifurcationes, eparteriales et mediastinales*). La trachée et les principales ramifications bronchiques doivent être ouvertes longitudinalement et les poumons incisés en leur tiers terminal perpendiculairement à leur grand axe, étant entendu que ces incisions ne sont pas nécessaires si les poumons sont exclus de la consommation humaine ;

- 3) examen visuel du péricarde et du cœur, ce dernier faisant l'objet d'une incision longitudinale de façon à ouvrir les ventricules et à traverser la cloison interventriculaire ;
- 4) examen visuel du diaphragme ;
- 5) examen visuel et palpation du foie et de ses ganglions lymphatiques rétrohépatiques et pancréatiques (*Lnn. portales*) ; incision de la surface gastrique du foie et à la base du lobe carré, pour examiner les canaux biliaires ;
- 6) examen visuel du tractus gastro-intestinal, du mésentère, des ganglions lymphatiques stomacaux et mésentériques (*Lnn. gastrici, mesenterici, craniales et caudales*) ; palpation et, si nécessaire, incision des ganglions lymphatiques stomacaux et mésentériques ;
- 7) examen visuel et, si nécessaire, palpation de la rate ;
- 8) examen visuel des reins et incision, si nécessaire, des reins et des ganglions lymphatiques rétrohépatiques (*Lnn. renales*) ;
- 9) examen visuel de la plèvre et du péritoine ;
- 10) examen visuel des organes génitaux (excepté le pénis, s'il a déjà été évacué) ;
- 11) examen visuel et, si nécessaire, palpation et incision de la mamelle et de ses ganglions lymphatiques (*Lnn. supramammarii*). Chez la vache, chaque moitié de la mamelle est ouverte par une longue et profonde incision jusqu'aux sinus lactifères (*sinus lactiferes*) et les ganglions lymphatiques mammaires sont incisés, sauf si la mamelle est exclue de la consommation humaine.

Toulouse, 2011

NOM : SIENG

PRENOM : Marivan

TITRE : LA DÉTECTION DE LA TUBERCULOSE BOVINE DANS LES ABATTOIRS DU SUD-OUEST DE 2001 À 2010 : ANALYSE DES DONNÉES D'INSPECTION ET DES RÉSULTATS HISTOLOGIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES

RESUME : La tuberculose bovine est une maladie infectieuse, contagieuse et d'évolution chronique due à *Mycobacterium bovis* et parfois à *Mycobacterium tuberculosis*. Elle a une répartition mondiale et bien que la France soit déclarée indemne, la lutte contre la tuberculose bovine continue. La possibilité de contagion de l'homme par les bovins en fait une préoccupation de santé publique. Les difficultés du diagnostic ante mortem rendent le diagnostic post mortem prépondérant dans la lutte contre la tuberculose bovine. Ce mémoire présente l'analyse des données de l'inspection post mortem dans les abattoirs du Sud Ouest de la France et des résultats histologiques et bactériologiques des bovins suspectés de tuberculose. Il apparaît que 90% des nœuds lymphatiques atteints sont situés au niveau de la tête ou du thorax et que les 10% restants se situent dans une autre partie de la carcasse. L'inspection doit donc être minutieuse sur toute la carcasse. L'étude met aussi en évidence que les bovins de race allaitante sont plus concernés que les bovins de race laitière, ce qui amène à réfléchir sur les facteurs de risque de la tuberculose bovine.

MOTS-CLES : tuberculose bovine - *Mycobacterium bovis* - inspection post mortem – analyse histologique – analyse bactériologique.

ENGLISH TITLE : DETECTION OF BOVINE TUBERCULOSIS IN THE SLAUGHTERHOUSES OF SOUTH WEST FROM 2001 TO 2010 : ANALYSIS OF INSPECTION DATA AND HISTOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL RESULTS.

ABSTRACT : Bovine tuberculosis is an infectious, contagious and chronic evolution disease, whose causative agent is *Mycobacterium bovis* and sometimes *Mycobacterium tuberculosis*. It's present all over the world and even if France has the officially tuberculosis free status, the struggle to eradicate bovine tuberculosis stays. The possibility of human contagion from cattle is a serious problem for public health. Because ante mortem detection is difficult, post mortem detection is very important for the struggle against bovine tuberculosis. This work presents the analysis of post mortem inspection data on slaughterhouses of south west of France and histological and bacteriological results of tuberculosis suspected cattle. It shows that 90% of damaged lymph nodes are on the head or the thoracic region and the other 10% are on another part of the carcass. So inspection have to be fastidious for all the carcass. This works shows also that cattle bred for meat is more affected than cattle bred for milk, so we have to think about risk factors of bovine tuberculosis.

KEYWORDS : bovine tuberculosis – *Mycobacterium bovis* – post mortem inspection – histological analysis – bacteriological analysis