



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Thème

**Etude rétrospective des lésions tuberculeuses découvertes en abattoir
(wilaya de Blida)**

Présenté par
Reguieg Mohamed Ilyes Abdelaali

Devant le jury :

Président	Kebbal Seddik	MCA	ISV Université BLIDA-1
Examinatrice	Dechicha A S	MCA	ISV Université BLIDA-1
Promotrice	Baazize-Amami Djamila	Professeur	ISV Université BLIDA-1
Co-promotrice	Hezil Nadia	MCA	ISV Université BLIDA-1

Année universitaire : 2024-2025

DEDICACES

Je tiens à dédier ce travail à mon père, mon repère, mon premier entraîneur, mon mentor dans la vie comme sur le terrain. C'est grâce à toi que j'ai découvert le handball, que j'ai appris la rigueur, la passion et l'esprit d'équipe. Tu m'as toujours guidé, soutenu, et motivé à donner le meilleur de moi-même.

À ma mère, pour son amour inconditionnel, sa patience, sa force tranquille et ses prières. Tu es mon refuge, mon moteur, et mon équilibre.

À mon petit frère Mehdi, qui me donne envie d'être un exemple. Ta présence me motive plus que tu ne l'imagines.

À mes cousins et cousines,

Merci pour les bons moments, les éclats de rire et le soutien, même à distance. Vous êtes une vraie source d'énergie.

À mes deux tantes,

Merci pour votre tendresse, votre soutien et vos mots toujours rassurants. Vous comptez beaucoup pour moi.

À toute ma famille, maternelle comme paternelle, pour votre amour, vos encouragements et votre fierté, même silencieuse.

À mes amis de l'institut, avec qui j'ai partagé cette aventure entre projets, stress, entraide... et aussi, bien sûr, ces fameuses parties de cartes à la bibliothèque (oui, on bossait aussi, parfois !). Merci pour les fous rires, le soutien, et tous ces petits moments qui ont rendu ce parcours plus léger et plus humain.

Et enfin, à toutes les personnes qui ont cru en moi, de près ou de loin, merci. Ce travail vous est aussi dédié.

Reguieg Ilyes

REMERCIEMENTS

Avant tout, je remercie Allah, Le Miséricordieux, de m'avoir donné la force, la patience et la santé pour arriver jusqu'au bout de ce travail. Sans Sa volonté, rien de tout cela n'aurait été possible.

Je tiens à remercier ma promotrice Pr BAAZIZE-AMMI Djamila et ma Co-promotrice Dr HEZIL Nadia, pour leur accompagnement tout au long de ce projet. Merci pour votre disponibilité, vos conseils, votre écoute et votre confiance. Votre encadrement a été précieux et m'a permis d'avancer avec plus de clarté et de rigueur.

Je remercie Dr KEBBAL S pour l'honneur d'être le président du jury de ce modeste projet.

Dr DECHICHA A S pour avoir accepté d'examiner ce travail

Je remercie aussi l'ensemble des enseignants et le personnel de l'Institut des sciences vétérinaires de l'Université Blida 1, pour la qualité de leur enseignement et leur engagement.

Un grand merci également au personnel des abattoirs que j'ai pu visiter, pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité, et les informations précieuses ainsi que les photos qu'ils ont bien voulu partager avec moi.

RESUME

La tuberculose bovine est une zoonose chronique à déclaration obligatoire affectant principalement les bovins.

Elle est causée par *Mycobacterium bovis*, et constitue un problème majeur de santé publique, notamment dans les pays où les programmes d'éradication restent limités. En Algérie, la détection de la maladie repose essentiellement sur l'inspection post-mortem en abattoir.

Dans ce contexte, une étude rétrospective a été menée sur deux établissements d'abattage publics au niveau de la willaya de Blida (Chiffa et Mouzaia), sur une période de cinq années (2019–2023), dans le but d'évaluer la prévalence des lésions tuberculeuses observées lors des inspections vétérinaires. L'analyse des données a porté sur le nombre d'animaux abattus, les cas infectés, la répartition mensuelle, ainsi que la localisation des lésions dans les organes.

Les résultats ont révélé une prévalence persistante de la maladie, avec un taux d'infection de 8% à la Chiffa et 5% à Mouzaia. Le complexe poumon-cœur représente la majorité des atteintes au niveau des deux abattoirs, suivis du foie, puis des autres organes.

La conclusion de cette étude met en évidence la circulation continue de la tuberculose bovine, malgré les taux modérés, soulignant la nécessité de renforcer les mesures de prévention et de lutte, d'uniformiser les méthodes d'inspection vétérinaire, restaurer le dépistage systématique biannuel et l'identification du cheptel, ainsi que la sensibilisation des éleveurs.

Mots clés : Abattoirs, Bovins, Lésions, Organes, Tuberculose

ملخص

يعتبر السل البقري من الامراض الحيوانية المشتركة والمزمنة التي من الواجب التبليغ عنها. يصيب بشكل رئيسي الأبقار تسببه البكتيريا السلية (*Mycobacterium bovis*).

ويمثل مشكلة كبيرة على الصحة العامة، لا سيما في البلدان التي لا تزال بزال برامج القضاء عليه فيها محدودة. في الجزائر يعتمد اكتشاف المرض على الفحص الطبي بعد الذبح داخل المجازر.

وفي هذا السياق، أجريت دراسة استقصائية على مدى خمس سنوات من 2019 الى 2023 على مستوى مذبحين عموميين في ولاية البليدة (الشفة وموزاية)، بهدف تقييم نسبة انتشار الآفات السلية التي يتم رصدها خلال عمليات التفتيش البيطري. وقد تم تحليل البيانات المتعلقة بعدد الحيوانات المذبوحة، والحالات المصابة، والتوزيع الشهري، بالإضافة إلى مواقع الآفات في الأعضاء.

أظهرت النتائج انتشار مستمر للمرض، حيث بلغت نسبة الإصابة 8% في الشفة و5% في موزاية. وكان مركب الرئة-القلب هو الأكثر تضرراً في كلا المذبحين، يليه الكبد ثم باقي الأعضاء بدرجات أقل.

تُبرز خاتمة هذه الدراسة استمرار تداول السل البقري، رغم انخفاض نسب الإصابة، مما يؤكد على ضرورة تعزيز إجراءات الوقاية والمكافحة، وتوحيد أساليب التفتيش البيطري، وإعادة تطبيق برنامج الكشف المنهجي نصف السنوي وتحديد هوية القطيع، بالإضافة إلى توعية المربين.

الكلمات المفتاحية : الأبقار، الآفات، الأعضاء، المجازر، السل

ABSTRACT

Bovine tuberculosis is a chronic zoonotic disease subject to mandatory reporting, primarily affecting cattle.

It is caused by *Mycobacterium bovis* and constitutes a major public health concern, particularly in countries where eradication programs remain limited. In Algeria, disease detection relies mainly on post-mortem inspection in slaughterhouses.

In this context, a retrospective study was conducted through a five-year period (2019–2023) in two public slaughterhouses located in the wilaya of Blida (Chiffa and Mouzaïa), aiming to assess the prevalence of tuberculous lesions identified during veterinary inspections. Data analysis focused on the number of animals slaughtered, infected cases, monthly distribution, and the anatomical location of lesions.

The results revealed a persistent prevalence of the disease, with an infection rate of 8% in Chiffa and 5% in Mouzaïa. The lung-heart complex accounted for the majority of lesions in both slaughterhouses, followed by the liver and other organs.

The conclusion of this study highlights the continued circulation of bovine tuberculosis, despite moderate infection rates, emphasizing the need to strengthen prevention and control measures, standardize veterinary inspection procedures, restore biannual systematic screening and herd identification, and raise awareness among livestock farmers.

Key words : Cattle, Lesions, Organs, Slaughterhouses, Tuberculosis

Sommaire

INTRODUCTION	01
CHAPITRE I : Tuberculose bovine	02
1. Historique	02
2. Importance	03
2.1. Importance économique	03
2.2. Importance sur la santé publique	03
2.3. Importance médicale	03
3. Epidémiologie descriptive	03
3.1. Répartition géographique	03
4. Epidémiologie analytique	05
4.1. Source de contagion	05
4.2. Modalités de contagion	05
CHAPITRE II : Etiopathogénie, symptômes et lésions	07
1. Agent étiologique	07
1.1. Classification	07
1.2. Morphologie	07
2. Pathogénie	07
2.1. Conditions de l'infection	07
2.2. Etapes de l'infection	08
3. Symptômes	10
3.1. Généraux	10
3.2. Locaux	10
4. Lésions	11
4.1. Lésions microscopiques	11
4.2. Lésions macroscopiques	13
CHAPITRE III : Diagnostic et prophylaxie	16
1. Diagnostic	16
1.1. Diagnostic ante mortem	16
1.2. Diagnostic post mortem	20
2. Prophylaxie	22
2.1. Prophylaxie médicale	22
2.2. Prophylaxie sanitaire	22
PARTIE EXPERIMENTALE	23
1. Matériel et Méthodes	23
1.1. Zone d'étude	23
1.2. Présentation des tueries	24
1.3. Matériel	24
1.4. Méthodes	24
2. Résultats	25
3. Discussion	32
Conclusion et perspectives	35
Références bibliographiques	36

Liste des figures

Figure 1 : Répartition géographique de la tuberculose bovine dans le monde de juillet à décembre 2014	04
Figure 2 : Observation microscopique d'un follicule tuberculeux après coloration à l'hémalun éosine, vue d'ensemble	12
Figure 3 : Observation microscopique de deux cellules de Langhans avec leurs noyaux disposés en fer à cheval	12
Figure 4 : Aspect macroscopique des lésions de tuberculose sur un poumon de bovin	14
Figure 5 : Aspect macroscopique des lésions de tuberculose sur des nœuds lymphatiques de bovin après conservation dans le formol et section	14
Figure 06 : cutimètre à ressort homologué	17
Figure 07 : Seringues homologuées pour l'injection de tuberculine	17
Figure 08 : Lieux d'injection de tuberculine lors d'IDS	18
Figure 09 : Lieux d'injection de tuberculines lors d'IDC	19
Figure 10 : Représentation géographique des subdivisions de la wilaya de Blida.	23
Figure 11 : Nombre de cas de tuberculose bovine détectés chaque mois à l'abattoir communal de chiffa sur une période de 5 ans (2019-2023)	26
Figure 12 : nombre de cas de tuberculose bovine détectés chaque mois à l'abattoir communal de Mouzaya sur une période de 5 ans (2019-2023)	27
Figure 13 : poumon tuberculeux avec ganglion trachéobronchique droit à caséum sec	30
Figure 14 : foie avec lésions évocatrices de tuberculose nodulaire	31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux symptômes de la tuberculose bovine	11
Tableau 2 : Valeurs des épaissements du pli de peau prises en compte pour le résultat d'une IDS	18
Tableau 3 : Valeurs des épaissements du pli de peau prises en compte pour le résultat d'IDC	19
Tableau 04 : Les résultats du nombre total des têtes abattues, les cas infectées, au niveau de l'abattoir communal de Chiffa (2019 à 2023).	25
Tableau 05 : Les résultats du nombre total des têtes abattues, les cas infectées, au niveau de l'abattoir communal de Mouzaia (2019 à 2023).	25
Tableau 06 : tableau récapitulatif des cas de tuberculose bovine enregistré de 2019 à 2023 et les lésions observées dans l'abattoir de Chiffa	28
Tableau 07 : tableau récapitulatif des cas de tuberculose bovine enregistré de 2019 à 2023 et les lésions observées dans l'abattoir de Mouzaia.	28
Tableau 08 : répartition des lésions suspectes de tuberculose bovine découvertes à l'abattoir de chiffa durant la période d'étude	29
Tableau 09 : répartition des lésions suspectes de tuberculose découvertes à l'abattoir de Mouzaia durant la période d'étude.	29

INTRODUCTION

La tuberculose bovine est une maladie infectieuse contagieuse d'allure chronique, affectant principalement les bovins mais peut toucher de nombreuses espèces animales (domestiques et sauvages) ainsi que l'Homme (OIE, 2015). Elle est due à *Mycobacterium bovis* et plus rarement à *Mycobacterium tuberculosis*, et Caractérisée par le développement progressif de lésions granulomateuses préférentiellement dans le tissu pulmonaire (FAO, 2012). C'est une maladie à déclaration obligatoire des bovins selon la liste de l'OIE du fait de son impact socio-économique et/ou sanitaire au niveau national et dont les effets sur le commerce international des animaux et des produits d'origine animale ne sont pas négligeables.

La tuberculose bovine n'est pas une maladie du passé, y compris dans les pays développés, et malgré les efforts d'éradication fourni par ces derniers au cours des dernières décennies, elle continue d'être un problème d'envergure mondiale (Parra et *al.*, 2008 ; Schiller et *al.*, 2011). Ces programmes d'éradication se basent sur la surveillance épidémiologique au niveau des abattoirs, où non seulement l'inspection sanitaire de tous les animaux abattus destinés à la consommation est effectuée, mais aussi la collecte systématique de granulomes ou de lésions compatibles avec la tuberculose, en vue de leur culture ultérieure, de la confirmation de la maladie et de la traçabilité épidémiologique de l'épidémie, laquelle se termine généralement par l'abattage total du troupeau ayant été testé positif par isolement de l'agent (Parra et *al.*, 2008).

L'Algérie compte parmi les pays africains où la tuberculose bovine est désignée comme enzootique (Thoen et *al.*, 2006). Selon le journal officiel et selon le décret exécutif n°95_66 du 22/02/1995 un programme pluriannuel d'assainissement a été mis en place et ne touchant hélas qu'une mineure partie du cheptel. La maladie est négligée (Sahraoui et *al.*, 2008). Elle est souvent détectée dans les abattoirs lors de l'inspection lorsqu'il y a présence de lésions granulomateuse dans les ganglions lymphatiques et autres organes.

La présente étude a pour objectif d'évaluer la prévalence des lésions tuberculeuses découvertes au niveau de deux établissements d'abattage dans la wilaya de Blida (2019 à 2023) en se basant sur les données de l'inspection.

CHAPITRE I

TUBERCULOSE BOVINE

I.1. HISTORIQUE

La tuberculose est une maladie connue depuis l'antiquité. En 1810, Laennec utilisa le stéthoscope pour l'auscultation, effectua une étude clinique et nécropsique complète de la maladie qui lui permit d'affirmer l'unicité de la tuberculose. Il eut également le mérite de penser que la « maladie perlière ou pomelière » des bovidés était de nature tuberculeuse. En 1882, Robert Koch mit en évidence à partir de lésions humaines, le bacille tuberculeux (souvent désigné, depuis, comme bacille de Koch ou B. K.) puis le cultiva sur sérum de cheval coagulé. Pour Koch, un même bacille était responsable de la tuberculose naturelle de l'homme, des bovins, du singe, du cobaye, du lapin et de la poule. A partir de 1889, différenciation des trois bacilles qui devaient être individualisés ultérieurement en espèces différentes : *M. tuberculosis* le bacille tuberculeux humain, *M. avium* le bacille tuberculeux aviaire et *M. bovis* le bacille tuberculeux bovin. Après cette phase étiologique, les recherches s'orientèrent vers la prophylaxie et le traitement de la tuberculose. En 1890, Koch mit au point la « lymphé tuberculeuse » ou vieille tuberculine, composée des produits solubles résultant de la culture du bacille dans du bouillon glycérimé. Son application au traitement des tuberculeux se révéla néfaste car elle provoquait une aggravation des lésions et entraînait la mort de plus de 80 p. cent des malades. En revanche, son application au diagnostic allergique de la maladie, proposée par Guttman en 1891, devait se révéler très intéressante. La recherche d'un vaccin conduisit à de très nombreux essais avec des produits variés : bacilles tuberculeux tués par la chaleur ou par différents agents chimiques, bacilles acidorésistants des animaux à sang froid (Acido Résistant de la Tortue ou ART de Friedmann), bacilles tuberculeux vivants virulents ou peu virulents (vaccination des bovins par bacilles humains vivants...). De 1908 à 1920, une souche de *M. bovis* fut repiquée sur pomme de terre biliée par Calmette et Guérin. Le B.C.G. (Bacille de Calmette et Guérin) fut appliqué à l'Homme pour la première fois en 1921 et l'a été depuis sur un milliard de personnes (Merial, 2006). En 1944, plusieurs antibiotiques furent découverts, notamment les cinq antituberculeux de première ligne (Guiard, 2008). En 1985, la première séquence d'insertion d'ADN nommée IS900 a été découverte chez les mycobactéries (Steven et *al.*, 2014).

I.2. IMPORTANCE

I.2.1. Importance économique

Fléau majeur de l'élevage bovin dans les pays d'économie développée et dans de nombreux pays en voie de développement (Bénet, 2001). La maladie cause une réduction de la production laitière, de la valeur des carcasses et de la reproduction (Thorel, 2003). Elle entraîne aussi des pertes en viande (saisies au niveau des abattoirs), et gêne le commerce et l'exportation (Merial, 2006).

I.2.2. Importance sur la santé publique

La tuberculose bovine est une maladie infectieuse qui se transmet à l'homme, c'est une zoonose majeure (Bénet, 2004). La prévalence de la tuberculose bovine a beaucoup diminué avec le temps, surtout dans les pays où les programmes de contrôle sont appliqués (Dépistage et abattage des animaux infectés, pasteurisation du lait) (Bénet, 2001). Dans les pays où le contrôle de la tuberculose bovine n'est pas réglementé, la proportion de cas humains de tuberculose bovine peut représenter jusqu'à 30% des cas humains de tuberculose (Bénet et al, 2014).

En Afrique, 82 % de la population humaine vit encore dans des zones où la tuberculose reste active. Il en est de même pour 98 % des populations humaines en Asie, et 60% celles de l'Amérique du sud (COSIVI, 1998). En Algérie, la maladie reste largement répandue et représente un réel problème de santé publique (Bénet, 2001).

I.2.3. Importance médicale

Un animal tuberculeux le reste jusqu'à la fin de sa vie, car en médecine vétérinaire, on ne doit pas entreprendre le traitement. Cela peut aboutir à un risque permanent de contamination pour d'autres espèces animales et même pour l'homme (Bénet et al., 2006).

I.3. EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE

I.3.1. Répartition géographique

- **A l'échelle mondiale**

La tuberculose bovine est une maladie cosmopolite retrouvée dans toutes les zones géographiques du monde, comme l'indique la figure 1.

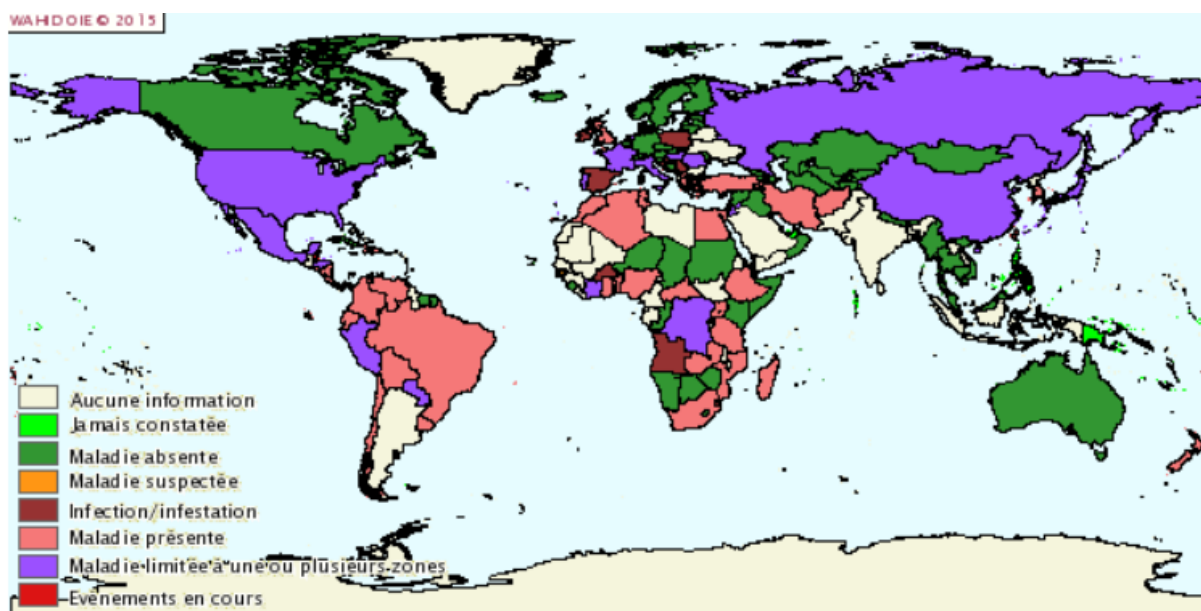


Figure 1 : Répartition géographique de la tuberculose bovine dans le monde de juillet à décembre 2014 (OIE, 2015).

L'Afrique figure parmi les continents les plus touchés par la tuberculose due à *M. bovis*, avec un taux de prévalence variable selon les régions, atteignant en moyenne jusqu'à 10,8 % en Afrique de l'Est. Des cas de tuberculose sont également signalés dans certaines régions d'Asie et du continent américain. En revanche, de nombreux pays développés ont réussi à réduire l'incidence, voire à éliminer cette maladie grâce à des programmes de contrôle et de lutte efficaces (OIE, 2013).

• En Algérie

L'Algérie est un pays reconnu infecté de la tuberculose bovine. Malgré la mise en place des programmes d'éradications, la maladie persiste dans tout le territoire national (Sahraoui et *al.*, 2008). Ces programmes d'éradication ont rencontré beaucoup de contraintes telles que :

- L'indemnité des éleveurs pour les abattages des bovins reste inférieure à la valeur réelle (ne dépasse pas 35% de la valeur bouchère de l'animal) (Kardjadj et *al.*, 2010).
- Les programmes de surveillance et d'éradication ne touchent qu'une portion minime du cheptel bovin, y compris la non traçabilité du control à partir des abattoirs. Ce qui laisse la situation réelle de la maladie méconnue (Ayad et *al.*, 2020).

I.4. EPIDEMIOLOGIE ANALYTIQUE

I.4.1. Source de contagion

➤ Animaux tuberculeux

Les animaux tuberculeux constituent une source importante de contagion (Valentine et *al.*, 2017). L'excrétion de *M. bovis* est précoce, durable (pendant toute l'évolution de l'infection), et irrégulière (dans le temps et en intensité). La période de latence entre contamination et excrétion bactérienne est variable et à relier à la dose infectante ; elle est de quatre-vingt-sept jours en moyenne après le début de l'infection (Neill et *al.*, 1991).

➤ Matières virulentes

Sont représentées par divers tissus :

- Organes et ganglions : siège du foyer tuberculeux.
- Sang : la bacillémie est rare et transitoire. Elle survient lors d'épisodes aigus et surtout à la phase terminale de la maladie.
- Muscles et viandes : dont la virulence est conditionnée par la proximité du foyer tuberculeux et la virulence du sang (Merial, 2006).
- Excrétions :

Les aérosols (le jetage, la salive, et les expectorations) sont la plus grande source de contamination, puisque la localisation de la tuberculose est pulmonaire dans la majorité des cas (Diguimbaye, 2004).

Le lait, les urines, et les fèces sont également sources de contamination mais d'importance bien moindre (Phillips et *al.*, 2003).

I.4.2. Modalités de contagion

➤ Modes de transmission

La transmission est exclusivement horizontale. La transmission in utero est absente, le jeune animal issu de mère atteinte de tuberculose naît sain mais il peut se contaminer lors de prise colostrale en cas de tuberculose mammaire (Bénet et *al.*, 2014).

La transmission horizontale peut se faire directement par contact entre individus lors de la cohabitation dans des espaces confinés, de la vie en troupeaux dans les pâtures, ou encore des échanges entre différentes pâtures. Elle peut aussi être indirecte, par le biais du contact avec des éléments du milieu extérieur souillés, tels que le front d'ensilage, les bols de

complément minéral vitaminé, les pierres à lécher ou les palettes d'abreuvoir. Ces points de contact, essentiels pour les animaux, notamment en élevage laitier, favorisent l'efficacité de cette transmission indirecte (Bénet, 2010).

➤ **Voies de pénétration**

Quel que soit le mode de pénétration, une dose minimale de bacilles viables est requise (variable en fonction de la voie d'entrée) pour qu'un bovin soit contaminé. Cela peut résulter d'un seul contact avec un animal ou du matériel fortement contaminé, ou de contacts répétés. Si l'inoculation d'une seule dose de bacilles tuberculeux peut provoquer des lésions bénignes, des doses faibles mais répétées sont plus propices à l'apparition d'une tuberculose évolutive (Radostits et *al.*, 2007 ; Bénet, 2008).

- **La voie respiratoire**

Est particulièrement efficace, car les bacilles se déposent dans les alvéoles, où les défenses immunitaires sont les plus vulnérables (Merial, 2004). C'est la plus fréquente chez les bovins ainsi que le chien et l'homme, elle se fait par inhalation de microparticules (aérosols de trois à sept μm) excrétées par les organismes tuberculeux. (Merial, 2014).

- **La voie digestive**

La maladie peut être transmise au veau et à l'homme via la consommation de produits d'origine animale infectés, comme le lait cru pour le veau, et la viande ou les abats pour l'homme. Chez les bovins, l'infection des veaux peut résulter d'une transmission par les mères atteintes de tuberculose (Valentine et *al.*, 2017).

- **Autres voies**

Parmi les autres modes de contamination, on trouve la voie vénérienne, la voie cutanée (notamment par des plaies, principalement chez l'Homme), ainsi que la voie conjonctivale (éventuellement possible) (Bénet et *al.*, 2014).

CHAPITRE II

ETIOPATHOGENIE, SYMPTOMES ET LESIONS

II.1. AGENT ETIOLOGIQUE

La tuberculose bovine (Tb) est une maladie infectieuse et contagieuse d'évolution chronique, transmissible à l'Homme et à de nombreuses espèces animales, due à *Mycobacterium bovis* ou parfois à *Mycobacterium tuberculosis*. (Bénet et Praud., 2014)

II.1.1. Classification

Le genre *Mycobacterium*, unique au sein de la famille des *Mycobacteriaceae*, regroupe les mycobactéries dans l'ordre des *Actinomycetales* (Rastogi et al., 2001). *M. bovis*, l'agent de la tuberculose bovine, est pathogène pour plusieurs espèces, dont l'Homme, et appartient à un complexe génétique très homogène qui comprend de plus en plus de membres, comme *M. bovis*, *M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis BCG*, *M. canetti*, *M. caprae*, *M. microti* et *M. pinnipedii* (Cousin et al., 2003).

Le complexe *Mycobacterium avium* regroupe les agents responsables de la tuberculose aviaire (*M. avium*) et de la paratuberculose (*M. paratuberculosis*) (Biet et al., 2005).

Les mycobactéries qui ne sont pas incluses dans les complexes *tuberculosis* ou *M. avium*, telles que *M. fortuitum* ou *M. ransassii*, à l'exception de *M. leprae* et *M. lepromatosis*, sont considérées comme des mycobactéries « non tuberculeuses » ou « atypiques » (Zenella, 2007).

II.1.2. Morphologie

Les mycobactéries, aérophiles, peuvent prendre des formes allant de la coccoïde au bâtonnet. *M. bovis*, qui possède toutes les caractéristiques du Bacille Acido-Alcollo-Résistant (B.A.A.R., coloration de Zeihl Nelsen), est un bacille mince de 0,2 à 0,6 µm, droit ou légèrement incurvé (Maeder, 2008). C'est un bacille trapu, immobile, granuleux (Thorel, 2003).

II.2. PATHOGENIE

II.2.1. Conditions de l'infection

➤ Conditions qualitatives

Age : L'âge de l'animal est un facteur de risque majeur, car le risque d'infection augmente avec l'âge et la probabilité d'exposition. Certains animaux peuvent être infectés jeunes, mais développer la maladie à l'âge adulte, les mycobactéries restant latentes avant de se réactiver. (Faye, 2010)

Sexe : Aucune préférence particulière de *M. bovis* pour un sexe donné n'est mentionnée dans la littérature. Néanmoins, le type d'élevage appliqué aux vaches laitières, ainsi que le stress lié à la lactation et à la gestation, les rend plus prédisposées à l'infection par *M. bovis* que les mâles. De plus, elles sont souvent gardées plus longtemps dans l'élevage que les mâles (Humblet et *al.*, 2009).

Espèce, race : Bien que toutes les espèces de mammifères terrestres soient sensibles à *M. bovis*, les bovins, caprins, cervidés, mustélidés et suidés sont plus susceptibles d'être infectés, étant les plus touchés (Artois et *al.*, 2004). En revanche, le lien avec le facteur racial chez les bovins reste incertain.

Statut immunitaire : L'immunodépression représente un facteur de susceptibilité à plusieurs maladies. Les bovins affectés par des virus immunosuppresseurs ou présentant une immunodéficience seraient plus enclins à développer une infection par *M. bovis*. Toutefois, les effets relatifs à la défaillance immunitaire chez ces animaux n'ont pas été confirmés scientifiquement (Menzies et Neill, 2000).

Auto contamination : Un animal pourrait théoriquement s'auto-contaminer. Lors de la rumination, un animal infecté par voie orale peut produire des aérosols contaminés. Ces aérosols inhalés pourraient ensuite provoquer une infection respiratoire. (Humblet et *al.*, 2009).

➤ **Conditions quantitatives**

Le développement de l'infection est également influencé par la dose minimale infectante de bacilles, qui varie principalement en fonction de la voie de pénétration, de l'espèce animale inoculée et de la fréquence des doses (Bénet, 2008).

II.2.2. Etapes de l'infection

➤ **Primo-infection**

Après pénétration au sein de l'organisme, les bacilles tuberculeux sont phagocytés par les macrophages. Une partie des bacilles est détruite et l'autre se multiplie dans un phagosome au sein des cellules qui les ont phagocytés. A ce stade, les bacilles sont protégés des

composants bactéricides extracellulaires. Les mycobactéries inhibent la fusion du phagosome avec un lysosome. Cette fusion assure normalement la destruction intracellulaire des pathogènes par acidification (Dirat, 2013).

Une réponse immunitaire à médiation cellulaire se met en place et cela aboutit à une lésion initiale en huit à quinze jours, appelée chancre d'inoculation. Celui-ci peut être accompagné d'une adénopathie locorégionale présentant des lésions tuberculeuses, consécutivement au drainage lymphatique des bacilles. Le chancre d'inoculation associé à la lésion tuberculeuse du nœud lymphatique (adénopathie satellite) constitue le complexe primaire dont la localisation révèle la voie d'entrée de *M. bovis* dans l'organisme. Chez les bovins, il s'agit de la voie respiratoire dans 95 % des cas. L'infection débute généralement à la jonction bronchiole-alvéole puis s'étend au poumon par voie aérienne ou hématogène (Neill et *al.*, 2001)

Le complexe primaire peut évoluer selon trois modalités : la stabilisation, la guérison ou la généralisation précoce (Dirat, 2013)

La guérison du complexe primaire témoigne de l'efficacité des réponses immunitaires spécifiques et non spécifiques. Elle se manifeste par la cicatrisation des lésions, la résorption du caséum et la destruction des bacilles. Ce processus est fréquemment observé lors d'infections par *Mycobacterium avium* ou *M. tuberculosis*.

En revanche, la stabilisation résulte d'un équilibre entre l'immunité cellulaire de l'hôte et la présence persistante des mycobactéries. Elle s'accompagne de lésions nécrotiques caséuses, induisant une anoxie qui bloque la multiplication des bacilles. Leur nombre diminue alors, mais les individus survivants conservent leur virulence. Les lésions tendent à se rétracter, à se calcifier ou à s'enkyster (Dubois, 2002).

La généralisation correspond au passage de l'infection à la maladie. Elle se manifeste par la multiplication et la dissémination des bacilles dans l'organisme, par voie sanguine ou lymphatique. Il en résulte la formation de lésions dans l'ensemble des organes.

Dans la forme précoce aiguë, due à une dissémination intense et simultanée, les lésions sont au même stade évolutif. En revanche, dans la forme précoce ralentie, la dissémination se fait par vagues successives, ce qui entraîne des lésions à différents stades d'évolution.

(Dubois, 2002).

Ces formes peuvent se stabiliser, c'est-à-dire passer à l'état quiescent, caractérisées par :

Une calcification, un enkystement, ou bien un remaniement fibreux. Ces trois formes stabilisées peuvent cesser d'évoluer durant toute la vie de l'animal, ou donner lieu à une généralisation tardive (Thorel, 2003).

➤ **Surinfection**

Après la primo-infection, une surinfection, qu'elle soit endogène ou exogène, peut évoluer en une tuberculose chronique d'organes si les défenses de l'organisme restent efficaces. En cas de baisse des capacités immunitaires, la maladie peut se diffuser à nouveau, prenant la forme d'une tuberculose de généralisation tardive, qui se manifeste notamment par une tuberculose miliaire aiguë ou une tuberculose caséuse de surinfection. Ces formes peuvent se stabiliser définitivement ou connaître une évolution active (Thorel et *al.*, 2003).

II.3. SYMPTOMES

La phase d'incubation peut durer de plusieurs mois à plusieurs années (FAO, 2012). Ce n'est qu'à un stade avancé de la maladie que les symptômes apparaissent chez le bovin. Les signes cliniques varient en fonction de l'emplacement des lésions (mammaire, pulmonaire, viscérale, osseuse, cutanée ou génitale) et de la souche de mycobactérie responsable. Ainsi, la tuberculose se manifeste par une grande diversité de symptômes (Dubois, 2002).

II.3.1. Généraux

Chez les jeunes animaux, la croissance s'effectue de façon irrégulière et tardive, ils gardent un aspect chétif.

Les adultes gravement atteints sont habituellement maigres, leurs côtes sont saillantes, leurs poils sont piqués et leur peau est sèche et adhérente aux muscles sous-jacents. Leurs masses musculaires s'atrophient et leurs saillies osseuses s'exagèrent. A la longue, ils finissent par devenir cachectiques, leur température d'abord normale, puis irrégulière, s'élevant peu à peu et peut atteindre 41°C le soir, l'appétit disparaît et la rumination devient irrégulière et lente (Thorel, 2003).

II.3.2. Locaux

Les signes cliniques sont en rapport avec la localisation du siège infectieux et des retentissements généraux (amaigrissement, poil terne et faiblesse parfois prononcée) peuvent s'y ajouter. L'incubation est généralement supérieure à 2 mois (Bénet, 2004).

Les principaux symptômes de la maladie sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principaux symptômes de la tuberculose bovine (GUY, 1998)

LOCALISATION	SYMPTOMES
Pulmonaire (forme la plus fréquente chez les bovins)	- Toux sèche puis grasse accompagnant alors un jetage muco-purulent jaunâtre et grumeleux
Intestinale	Forme généralement asymptomatique et souvent accompagnée de signes respiratoires - Pouvant entraîner des troubles d'entérite chronique avec amaigrissement, météorisation, alternance de constipation et de diarrhée
Mammaire	- Demeure cliniquement discrète du moins en phase initiale - Puis, à un stade plus avancé, les NL rétromammaires deviennent réactionnels et accompagnent une mamelle hypertrophiée et indurée mais indolore
Génitale	Chez le taureau - Testicules œdémateux - Présence de nodules durs pouvant être constatée à la palpation (opération impossible à faire sur un taureau de Camargue) Chez la vache - Symptômes d'une métrite chronique - Ecoulements muco-purulents discrets puis de plus en plus abondants

II.4. LESIONS

II.4.1. Lésions microscopiques

La lésion microscopique considérée comme spécifique s'appelle « follicule tuberculeux » ; elle est illustrée par la figure 2 et est formée :

- d'un centre nécrotique homogène appelé caséum,
- d'une couronne de cellules épithélioïdes (issues d'une transformation morphologique et fonctionnelle des histiocytes et macrophages) et de cellules géantes multinucléées, les cellules de Langhans, dont les noyaux sont répartis en fer à cheval (figure 3),

-d'une couronne plus en périphérie de lymphocytes et de neutrophiles (Watrelovirieux et *al.*, 2006). L'évolution de cette lésion peut se faire dans le sens d'une calcification du caséum, avec fibrose périphérique.

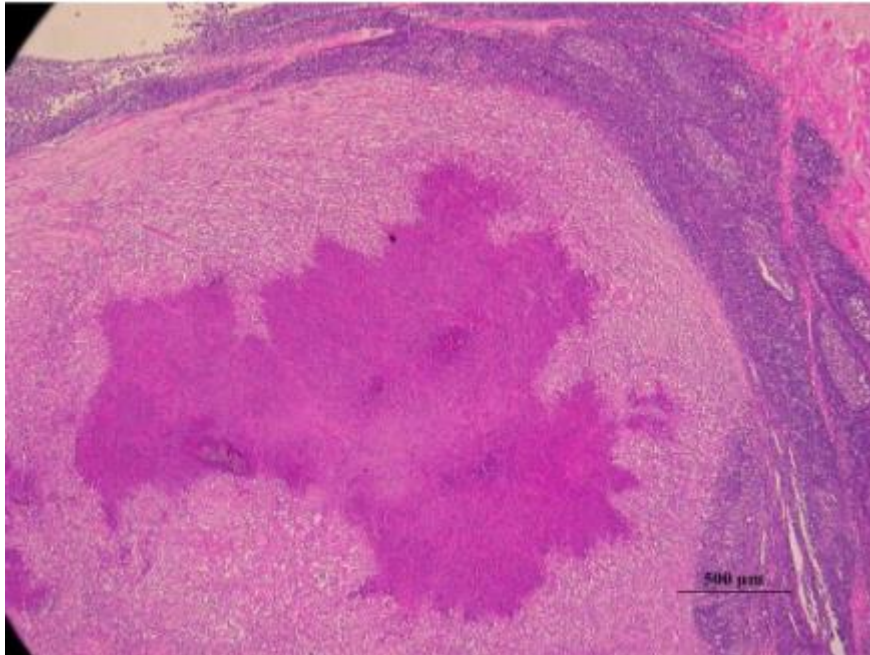


Figure 2 : Observation microscopique d'un follicule tuberculeux après coloration à l'hémalum éosine, vue d'ensemble (Matrat, 2014)

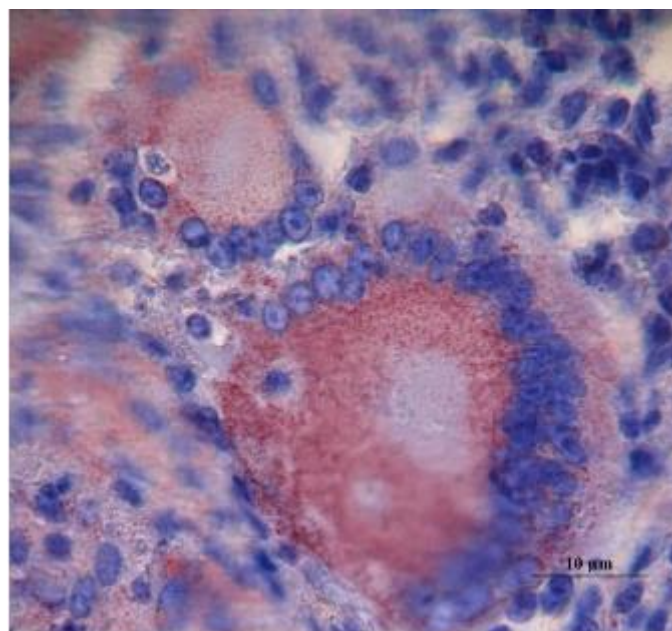


Figure 3 : Observation microscopique de deux cellules de Langhans avec leurs noyaux disposés en fer à cheval (Matrat, 2014)

Le follicule tuberculeux n'est pas spécifique de la tuberculose, uniquement des mycobactérioses, ce qui implique qu'un diagnostic microscopique est insuffisant pour déterminer la bactérie responsable des lésions observées. Ainsi, une standardisation des conclusions des comptes-rendus d'histologie, mise en place par la Direction Générale de l'Alimentation (DGAI) en France en 2000, rend plus facile l'interprétation des résultats : les termes « lésions fortement évocatrices de tuberculose » relatent une forte suspicion mais l'infection tuberculeuse à *M. bovis* reste tout de même à confirmer par bactériologie (Matrat,2014).

II.4.2. Lésions macroscopiques

Les lésions macroscopiques retrouvées chez les animaux atteints de tuberculose peuvent être de trois types :

- Localisées : tubercules d'aspects variables selon leur stade évolutif, allant de la granulation de la taille d'une tête d'épingle au volumineux nodule avec un centre occupé par une substance blanc-jaunâtre (le caséum), puis caséo-calcaire, enfin calcifié et qui est entouré par une capsule fibreuse d'épaisseur variable (Figure 4). Ce sont les lésions retrouvées dans la majorité des cas en abattoir.
- Etendues et mal délimitées : infiltrations exsudatives étendues à tout un territoire ou un organe. Cet aspect lésionnel est plus rare.
- Epanchements (exsudats inflammatoires, séro-fibrineux, séro-hémorragiques, riches en cellules lymphocytaires) dans les cavités séreuses (pleurésie, péricardite, péritonite), les articulations ou les méninges. Les épanchements liés à l'infection tuberculeuse sont retrouvés de manière très exceptionnelle.

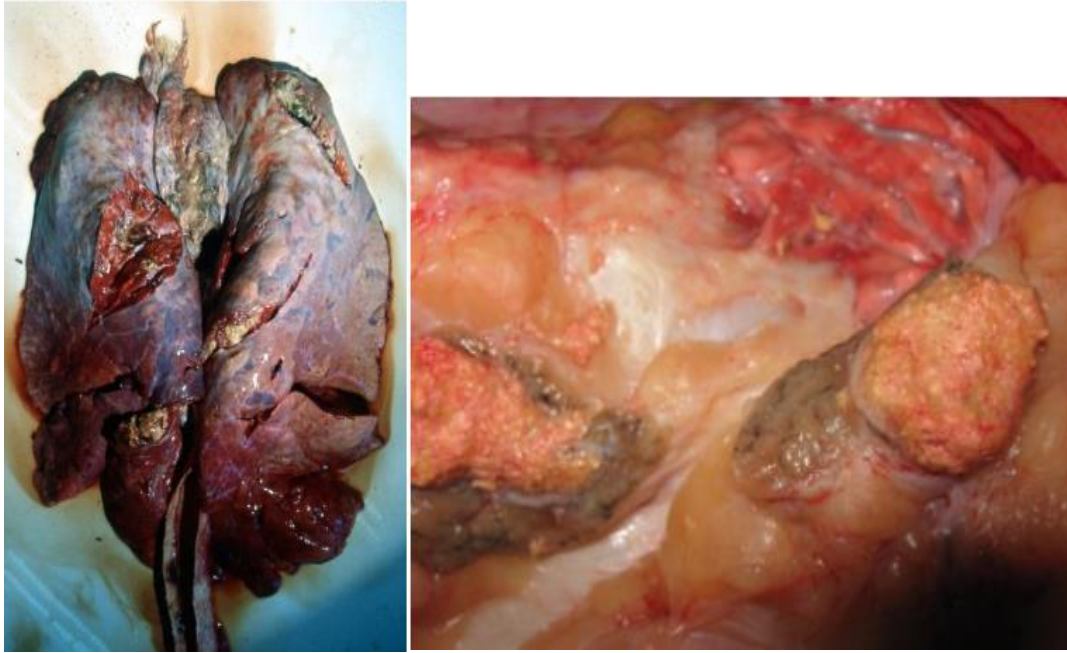


Figure 4 : Aspect macroscopique des lésions de tuberculose sur un poumon de bovin (Matrat, 2014).

Les nœuds lymphatiques sont également caséux, caséo-calcaires ou calcifiés, ils peuvent être hypertrophiés et présenter des granulations, comme illustré sur la figure 5.



Figure 5 : Aspect macroscopique des lésions de tuberculose sur des nœuds lymphatiques de bovin après conservation dans le formol et section (Matrat, 2014).

En général, les lésions sont de très petite taille (de l'ordre de quelques millimètres) et leur détection nécessite un examen approfondi. Les lésions viscérales sont en principe accompagnées d'une infiltration des nœuds lymphatiques, mais les nœuds lymphatiques sont souvent les seuls à présenter des lésions, d'où la nécessité de rechercher ces adénopathies

surtout si les lésions viscérales sont peu nombreuses. Les lésions, le plus souvent caséuses, peuvent s'ouvrir sur une voie de drainage naturelle (tube digestif, bronches...) donnant des formes ouvertes de tuberculose à l'origine de sécrétions visibles extérieurement (Matrat, 2014).

La grande majorité des lésions (70 à 90%) se trouve dans la cavité thoracique ou au niveau de la tête et concerne les nœuds lymphatiques bronchiques, trachéobronchiques, rétro pharyngiens et médiastinaux et les poumons : cette localisation est à relier au mode de transmission respiratoire et à la pathogénie de *M.bovis*. Les lobes caudaux sont les plus atteints (Neill et *al.*, 1994). La présence de lésions au niveau du tractus digestif est possible et peut être reliée à une contamination digestive primaire ou être secondaire à une infection respiratoire dans le cas où l'animal infecté avale son mucus contaminé.

Certains animaux portant des lésions ne présentent pas de symptômes avant d'être abattus, puisqu'il faut une atteinte lésionnelle importante et étendue pour mener à l'expression clinique de la maladie (OIE, 2008). Une coexistence de lésions aiguës et de lésions plus anciennes est souvent observée.

CHAPITRE III

DIAGNOSTIC ET PROPHYLAXIE

III.1. DIAGNOSTIC

Du fait de son caractère chronique et de la diversité des organes qu'elle peut atteindre, la tuberculose se présente souvent sans symptômes spécifiques. Ainsi, le diagnostic repose sur une approche combinée, intégrant des méthodes cliniques et expérimentales (Thorel, 2003).

III.1.1. Diagnostic ante-mortem

Le diagnostic ante mortem repose sur des tests immunologiques permettant de détecter la réponse immunitaire de l'animal infecté par *Mycobacterium bovis*. Cette réponse est majoritairement de type cellulaire, surtout aux premiers stades de l'infection (Sieng, 2011).

➤ **Les tests sérologiques**

Les tests sérologiques de type ELISA sont simples, rapides, et les échantillons peuvent être conservés avant d'être analysés (Sieng, 2011). Ils sont basés sur la détection des anticorps (IgG) synthétisés par un animal, en utilisant un anticorps monoclonal anti-IgG (Matrat, 2014). La réponse immunitaire étant principalement cellulaire, peu d'anticorps (AC) circulent dans le sang des animaux infectés (Sieng, 2011), sauf chez les bovins chez qui la pathologie est à un stade très avancé, ce qui donne à ces tests une faible sensibilité (entre 18% et 90% selon les études). Ainsi, ces tests sont peu utilisés en routine (Matrat, 2014).

➤ **Intradermo tuberculation**

Les tests tuberculiques ou épreuves d'intradermo tuberculation (IDT) sont basés sur la mise en évidence in vivo d'une réaction d'hypersensibilité retardée (HSR), suite à l'injection intradermique de tuberculines (protéines extraites de surnageant de cultures mycobactériennes et purifiées) chez un animal infecté par le bacille tuberculeux (De la Rua-Domenech et *al.*, 2006).

La tuberculine est un allergeo-haptène qui est reconnu par les lymphocytes T sensibilisés chez le bovin tuberculeux, ce qui entraîne la libération de lymphokines à l'origine d'une réaction inflammatoire traduite macroscopiquement par une tuméfaction circulaire ou ovale, chaude, plus ou moins douloureuse parfois accompagnée d'une adénite des ganglions pré scapulaires. Chez l'individu sain, la tuberculine n'a aucun pouvoir immunogène et aucune toxicité (Matrat, 2014).

La lecture quantitative, recommandée, du test implique la mensuration de l'épaisseur du pli cutané à l'aide d'un cutimètre. Néanmoins, une lecture qualitative est généralement réalisée (visuel, palpation) (Faye, 2010). L'intradermo tuberculation (IDT) est le test officiel recommandé par l'OIE pour le commerce international et les programmes d'éradication (Dirat, 2013) et peut être simple (IDS) ou comparative (IDC) (Bénet et *al.*, 2006 ; Schiller et *al.*, 2010).



Figure 06 : cutimètre à ressort homologué (vetagro-sup, 2025)



Figure 07 : Seringues homologuées pour l'injection de tuberculine (vetagro-sup, 2025)

- **Intradermo tuberculation simple (IDS)** : Consiste à injecter dans l'épaisseur du derme de l'encolure ou du pli sous-caudal, une dose de la tuberculine bovine (0,1 ml de dérivés protéiniques purifiés (PPD) bovins titré à 20 000 UCT/ml) et à apprécier la réaction obtenue au point d'injection après un délai de 72h (Delafosse et *al.*, 2002).

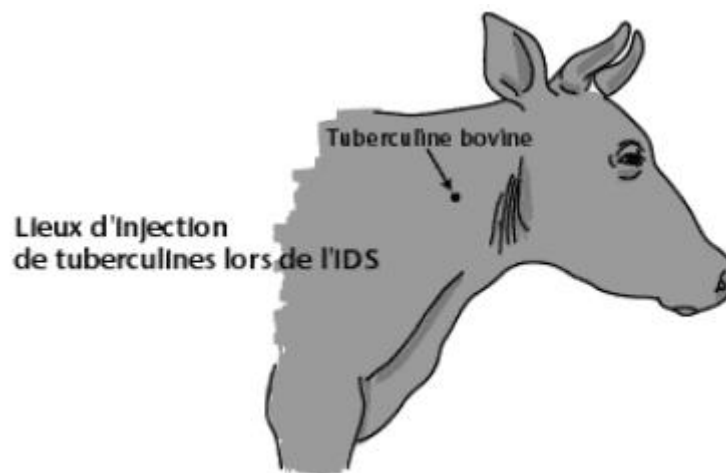


Figure 08 : Lieux d'injection de tuberculine lors d'IDS (Matrat, 2014)

Les résultats et interprétations figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Valeurs des épaissements du pli de peau prises en compte pour le résultat d'une IDS (Matrat, 2014).

Épaissement	Résultat du test IDS
≤ 2 millimètres	Négatif
$2 < \text{épaissement} < 4$ millimètres	Douteux
≥ 4 millimètres	Positif

▪ **Intradermo tuberculation comparative (IDC)** : L'IDC est réalisée lorsque l'IDS est douteuse ou lorsqu'il y a beaucoup de faux positifs à l'IDS (Bovins vaccinés contre la paratuberculose, présence de réactions non spécifiques pouvant être liées par exemple à la présence de volailles à proximité) (Dirat, 2013). Ce test consiste à comparer la réaction entre l'injection simultanée de tuberculine bovine et l'injection de tuberculine aviaire, toujours en intradermique au niveau de l'encolure en deux points séparés de quelques centimètres. La lecture des résultats se fait également 72 heures après l'injection (Radostits et *al.*, 2007 ; Fediaevsky et *al.*, 2009).

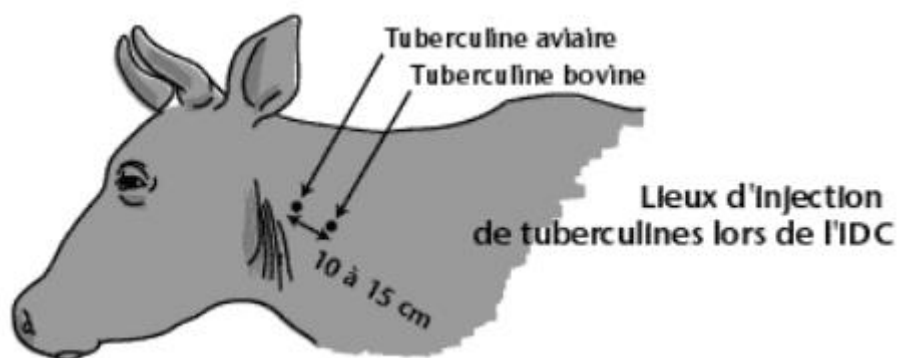


Figure 09 : Lieux d'injection de tuberculines lors d'IDC (Matrat, 2014)

Les résultats et interprétations figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Valeurs des épaissements du pli de peau prises en compte pour le résultat d'IDC (Bénet, 2008).

Tuberculine bovine	Différence d'épaissements entre réactions aux tuberculines bovine (B) et aviaire (A)	RESULTAT : « REACTION »
Si B > 2 mm	B – A > 4 mm	Positive
	B – A [1 – 4 mm]	Douteuse
	B – A < 1 mm	Négative
Si B ≤ 2mm	Quel que soit le résultat de B - A	Négative

Remarque : La sensibilité de l'IDC est plus faible que celle de l'IDS. Sa spécificité est par contre plus grande ; de 0,98 à 0,96 contre 0,70 à 0,95 (Dubois, 2002).

➤ Test de dosage de l'interféron gamma (IFN-γ)

La méthode de dosage de l'interféron gamma consiste à révéler l'état d'hypersensibilité retardée par une épreuve allergique réalisée in vitro. Cette lymphokine (IFNγ) est spécifique de l'espèce animale infectée et non du pathogène qui déclenche sa production et est libéré par les lymphocytes T déjà sensibilisés à la tuberculose lorsqu'ils sont à nouveau en présence d'un antigène tuberculeux (Matrat, 2014). Ce test sanguin permet d'évaluer in vitro la réactivité des lymphocytes T circulants stimulés par un antigène tuberculeux. Une à cinq semaines post-infection sont nécessaires pour que l'IFNγ relargué par les lymphocytes T soit en quantité suffisante pour permettre son dosage (De La Rua Domenech, 2006). Le test détecte la réponse immunitaire à médiation cellulaire, qui se met en place dans les premières phases de la maladie (en 16 à 24h). Il se fait à partir d'un prélèvement sanguin placé dans un

tube hépariné et devant être acheminé au laboratoire dans un délai de 8 h maximum. (De La Rua-Domenech et *al.*, 2006 ; Faye et *al.*, 2011).

L'échantillon est maintenu à température ambiante (17 – 27°C) et le dosage se fait par la méthode ELISA. Les lymphocytes mémoire circulants sont stimulés *in vitro* par des antigènes spécifiques, ce qui induit la production d'interféron gamma (IFN γ). Les antigènes utilisés comprennent la tuberculine PPD bovine et aviaire, ainsi que des peptides recombinants tels que ESAT6 et CFP10, afin d'optimiser la sensibilité et la spécificité du test. Un mitogène est ajouté pour vérifier la viabilité des leucocytes (témoin d'immunocompétence), tandis qu'un témoin négatif permet de contrôler l'absence de stimulation non spécifique (Gare et Horgue-Albert, 2008).

On obtient une sensibilité très bonne et une bonne spécificité avec une médiane de 87,6% (73-100) et 96,6% (85-99,6) respectivement (De la Rua-Domenech et *al.*, 2006).

III.1.2. Diagnostic post-mortem

➤ Inspection post-mortem à l'abattoir

L'inspection à l'abattoir est standardisée et passe par l'examen de nombreux organes. Un examen visuel de l'ensemble de la carcasse est réalisé. Ensuite il est procédé à l'incision et à l'examen des nœuds lymphatiques sous maxillaires, rétropharyngiens, rétroparotidiens. Les amygdales sont retirées de la carcasse. Les poumons sont incisés dans leur tiers distal perpendiculairement à leur grand axe. Les nœuds lymphatiques bronchiques et médiastinaux sont également incisés et examinés. La trachée et les principales ramifications bronchiques sont ouvertes longitudinalement. Le cœur est incisé dans son grand axe de façon à ouvrir les ventricules et à traverser le septum interventriculaire. Le foie et ses nœuds lymphatiques sont palpés. Les canaux biliaires sont observés au niveau d'une section de la base du lobe carré du foie. Tout organe suspect est incisé (Dirat, 2013). Lors de lésion suspecte, des prélèvements sont effectués en vue de réaliser des examens de laboratoire (analyse histologique, mise en culture, PCR) (Fediaevsky et *al.*, 2011).

➤ Diagnostic de laboratoire

a. Diagnostic bactériologique et histologique

La culture des mycobactéries est réalisée à partir de prélèvements de diverses natures : nœuds lymphatiques, poumon, foie, jetage nasal voire sang ou fèces. Les échantillons sont le plus souvent prélevés après la mort de l'animal, mais des écouvillons, lavages broncho-alvéolaires ou biopsies pourraient être envisageables. La culture est lente (six à huit semaines)

et difficile. D'une part, les mycobactéries sont des bactéries exigeantes qui nécessitent des milieux spéciaux enrichis (de type Loewenstein-Jensen ou Colestos) ; d'autre part une décontamination de l'échantillon avant ensemencement est requise, ce qui peut entraîner des résultats négatifs si des mycobactéries sont éliminées lors de cette étape (faux négatifs) (Matrat, 2014).

Pour l'examen histologique, une coloration classique de Ziehl-Neelsen permet de mettre en évidence les mycobactéries. Il est difficile d'avoir un diagnostic de certitude mais certaines lésions histologiques caractéristiques orientent celui-ci : nécrose caséeuse, minéralisation, cellules épithélioïdes, cellules géantes polynucléées et macrophages. Toutefois cet examen n'est pas spécifique d'une espèce de mycobactérie : en effet, les autres bactéries de la famille des *Mycobacteriaceae* provoquent les mêmes lésions (Bénet, 2008).

b. PCR (réaction de polymérisation en chaîne)

A la différence de la culture bactériologique qui est longue, la PCR donne un résultat en un ou deux jours (Desmond, 2011). Ce test met en évidence une séquence (IS6110 ou IS1081) commune à l'ensemble des bactéries du complexe *M. tuberculosis*. Une identification plus spécifique de *M. bovis* peut être faite par PCR en mettant en évidence une mutation dans la position de quelques nucléotides de certains gènes (position 285 dans le gène *oxyR*, position 169 dans le gène *pncA*, 675,756, 1311, 1410, 1450 dans le gène *gyrB*) ou en mettant en évidence la présence, ou absence de certaines régions de différence. Lorsque le résultat de la PCR est négatif, on ne peut pas conclure sur la présence ou non de la mycobactérie (Desmond, 2011 ; Dufour et *al.*, 2011). *M. bovis* est recherché à partir de lésions ou de tissus (nœuds lymphatiques par exemple) en absence de lésions visibles macroscopiquement (Matrat, 2014).

➤ Diagnostic différentiel

Chez les bovins, la tuberculose peut être confondue avec de nombreuses autres maladies, en particulier, l'actinobacillose et l'actinomyose à localisations lymphatique, pulmonaire ou osseuse, les abcès du poumon, les tumeurs des séreuses (mésothéliome), les lymphosarcomes, etc. Certaines infestations parasitaires (*Ascaris*, *Cysticercus tenuicollis*, *Fasciola*, les kystes hydatiques, strongyloses, etc.) donnent lieu à des lésions qui ressemblent à des tubercules, en particulier, lorsque le parasite meurt et subit une dégénérescence et en présence de la calcification (Bensid, 2018).

III.2. PROPHYLAXIE

III.2.1. Prophylaxie médicale

L'objectif est de rendre les animaux plus résistants aux infections. Deux approches principales sont disponibles : la chimio-prévention (qui est interdite chez les animaux) et la vaccination.

Vaccination : Cette méthode repose sur l'administration du BCG. Bien que le BCG ait suscité de grands espoirs dans le passé en médecine vétérinaire, les résultats ont été décevants pour plusieurs raisons :

- a. La vaccination réduit le risque d'infection, mais elle n'élimine pas le risque qu'un animal vacciné devienne un excréteur de la maladie.
- b. Les propriétaires, pensant que leurs animaux sont protégés par la vaccination, ont tendance à négliger les mesures sanitaires préventives.
- c. Il est impossible de différencier, lors d'un dépistage tuberculinique, les animaux vaccinés de ceux qui sont réellement infectés (Merial, 2001).

Ainsi, en raison de l'immunité partielle et relative, il est particulièrement risqué, tant sur le plan épidémiologique qu'hygiénique, de recommander la vaccination contre la tuberculose chez les animaux. Par conséquent, la prévention de la tuberculose animale doit être strictement sanitaire (Bénet, 2016).

III.2.2 Prophylaxie sanitaire

La seule manière pour l'éradication de la tuberculose animale est le dépistage précoce par tuberculation avec élimination rapide des animaux atteints, complétée par la prévention contre tout risque d'infection des milieux et des populations non infectés (Thorel, 2003).

PARTIE EXPERIMENTALE

L'objectif de la présente étude est l'évaluation de la prévalence des lésions évocatrices de tuberculose découvertes au niveau de deux établissements d'abattage dans la wilaya de Blida (2019 à 2023).

Pour répondre à cet objectif, les données de l'inspection des deux établissements retenus ont été traitées

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Zone d'étude

La wilaya de Blida se situe dans la partie Nord du pays. Elle est limitée au nord par les wilayas d'Alger et Tipaza, à l'ouest par la Wilaya de Ain Defla, au sud par la Wilaya de Médéa, à l'est par les wilayas de Bouira et de Bumerdes. Cette wilaya d'une superficie totale de 1575 km² compte 10 daïras et 25 communes organisées en huit (08) subdivisions agricoles (Ministère de l'Intérieur et des Collectivités Locales, 2009).

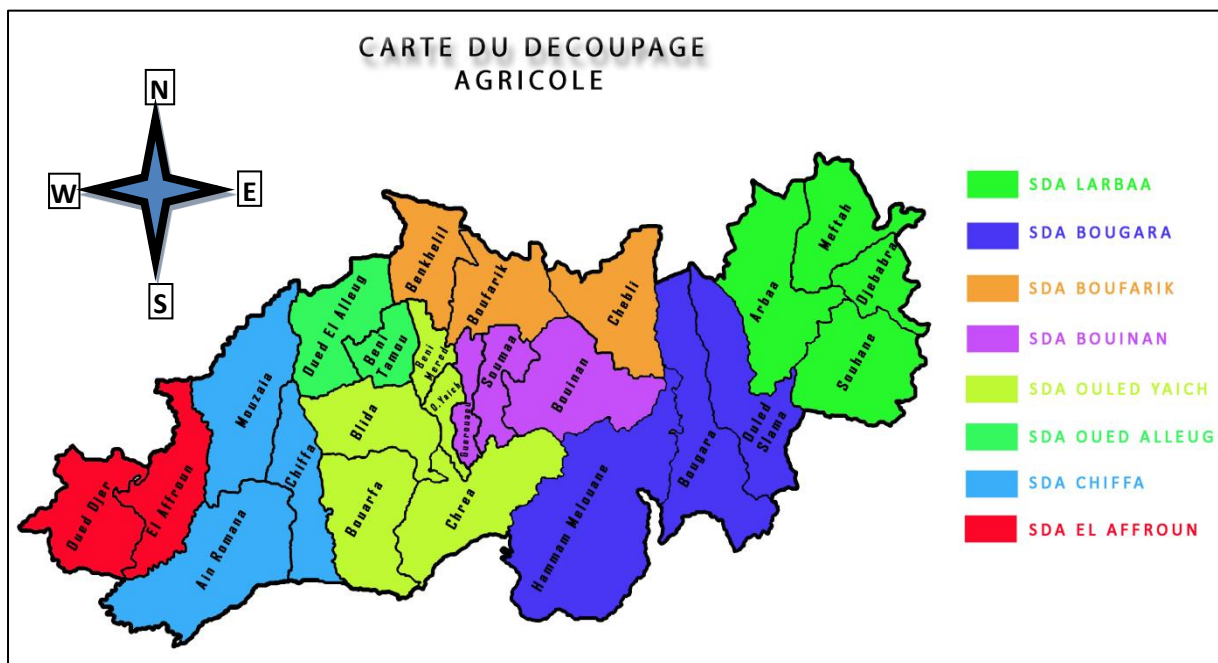


Figure 10 : Représentation géographique des subdivisions de la wilaya de Blida.

La wilaya de Blida connaît actuellement quatre établissements d'abattage publique en activité : l'abattoir de Boufarik, celui de Mouzaia, celui de la chiffa, et de Bougara. Chacun de ces établissements, est exploité par l'assemblée populaire communale de la ville s'y afférent.

En outre, une institution privée établie au niveau de Béni tamou, accomplit les mêmes services. L'étude explorée dans le cadre de ce projet, est réalisée au sein des institutions de Chiffa et de Mouzaia.

1.2. Présentation des tueries

- **Tuerie de Chiffa**

Elle se situe au sud de la wilaya de Blida près de la gare ferroviaire. Cet établissement reçoit principalement des ovins et bovins, avec une moyenne d'abattage quotidienne dans les horaires de travail de 14 têtes ovines et entre 2 et 3 têtes bovines.

Cette tuerie est équipée :

- De locaux sanitaires, notamment : la douche, les toilettes, et les vestiaires pour les sacrificateurs.
- Du bureau de l'inspecteur vétérinaire comme seul local administratif.
- D'une salle d'abattage mixte pour bovins et ovins.

- **Tuerie de Mouzaia**

La tuerie se trouve à l'ouest de la wilaya, à l'intérieur du centre urbain, spécialisée dans l'abattage des ovins et bovins. Avec une moyenne d'abattage pouvant atteindre 15 têtes ovines et 5 têtes bovines.

Cet établissement présente les mêmes locaux et équipements que ceux trouvés dans l'abattoir de Chiffa.

1.3. Matériel

Nous avons utilisé les documents et archives des bilans mensuels et annuels des 5 années (2019, 2020, 2021, 2022, 2023) concernant les cas suspects de tuberculose chez l'espèce bovine abattus et inspectés au niveau de la tuerie de Chiffa et la tuerie de Mouzaia.

1.4. Méthodes

Le tri des données et leur saisie ont été faits manuellement. Leur traitement et stockage ont été réalisés par le logiciel Microsoft office Excel 2016.

2. RESULTATS

- **Bilans annuels d'abattage (2019-2023).**

- **Tuerie de Chiffa**

Après traitement des données, les résultats des animaux abattus et des cas infectés au niveau de l'abattoir communal de Chiffa de 2019 à 2023 sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Les résultats du nombre total des têtes abattues, les cas infectés, au niveau de l'abattoir communal de Chiffa (2019 à 2023).

Année	Nombre de têtes abattues	Nombre d'animaux infectés	Taux d'atteinte
2019	377	39	10%
2020	569	60	11%
2021	650	40	6%
2022	484	31	6%
2023	372	21	6%
Total	2452	191	8%

Les résultats montrent :

Le nombre total de têtes abattues durant cette période s'élève à 2452, parmi lesquels 191 animaux infectés ont été enregistrés, soit une prévalence globale de 8%.

L'année 2021 enregistre le nombre le plus élevé d'abattage, alors que l'année 2020 enregistre le plus grand nombre d'animaux infecté par rapport au nombre de têtes abattus et un taux de saisie de 11%.

○ **Tuerie de Mouzaia**

Après traitement des données, les résultats des animaux abattus et des cas infectés au niveau de l'abattoir communal de Mouzaia de 2019 à 2023 sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Les résultats du nombre total des têtes abattues, les cas infectés, au niveau de l'abattoir communal de Mouzaia (2019 à 2023).

Année	Nombre de têtes abattues	Nombre d'animaux infectés	Taux d'atteintes
2019	831	45	5%
2020	731	46	6%
2021	759	40	5%
2022	563	20	4%
2023	523	21	4%
Total	3407	172	5%

Les résultats indiquent :

Sur la période de 5 années l'abattoir de Mouzaia a enregistré 3407 animaux abattus avec 172 cas d'animaux infectés, soit une prévalence globale de 5%.

Une baisse du nombre de têtes abattues ainsi que des bovins infectés au fil des années. Pour 2020, bien que le nombre d'abattage ait légèrement diminué (731), le nombre de cas reste stable portant une prévalence à 6%

- **Bilans mensuels des animaux infectés (2019-2023).**

- **Tuerie de Chiffa**

Après traitement des données, les résultats des animaux infectés par mois au niveau de l'abattoir communal de chiffa de 2019 à 2023 sont rapportés dans la figure 11 :

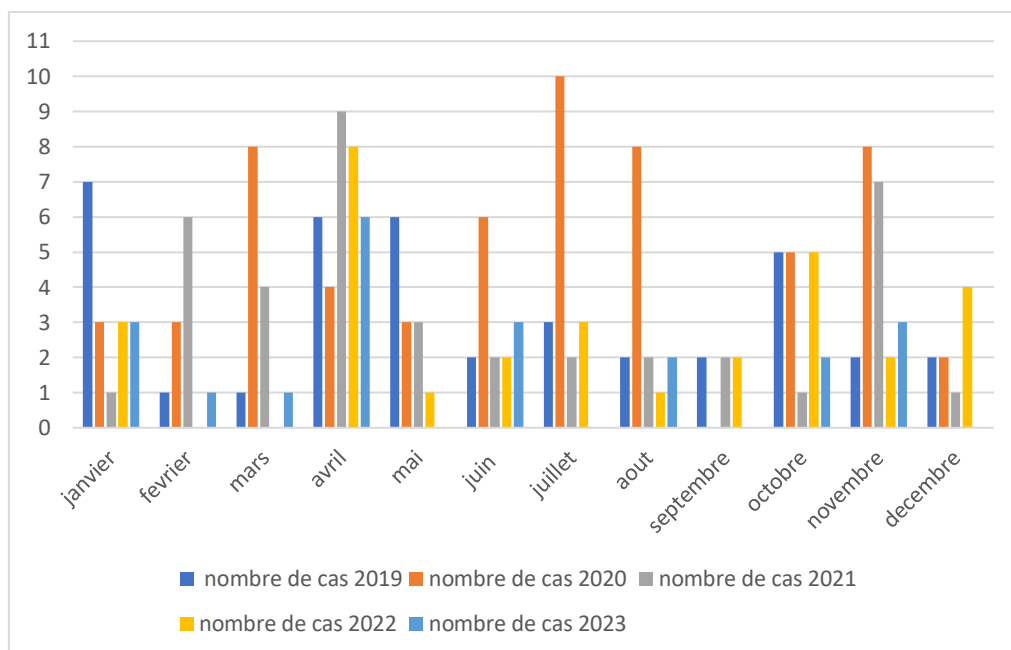


Figure 11 : Nombre de cas de tuberculose bovine détectés chaque mois à l'abattoir communal de chiffa sur une période de 5 ans (2019-2023).

Les résultats montrent que :

En 2019 : les pics étaient en janvier (7 cas), avril et mai (6 cas chacun).

En 2020 : Les pics étaient en mars (8 cas), juin (6 cas), juillet (10 cas), aout et novembre (8 cas chacun). Le mois de juillet de cette année était le plus important sur les 5 ans retenus

En 2021 : Les mois les plus notables étaient février (6 cas), avril (9cas) et novembre (7cas).

En 2022 : Le mois le plus important était avril (8 cas). Cependant, février et mars ont enregistré 0 cas.

En 2023 : on remarque un pic au mois d'avril (6 cas). Et une absence totale de cas sur plusieurs mois (mai, juillet, septembre, décembre)

○ **Tuerie de Mouzaia**

Après traitement des données, les résultats des animaux infectés par mois au niveau de l'abattoir communal de Mouzaia de 2019 à 2023 sont rapportés dans la figure 12 :

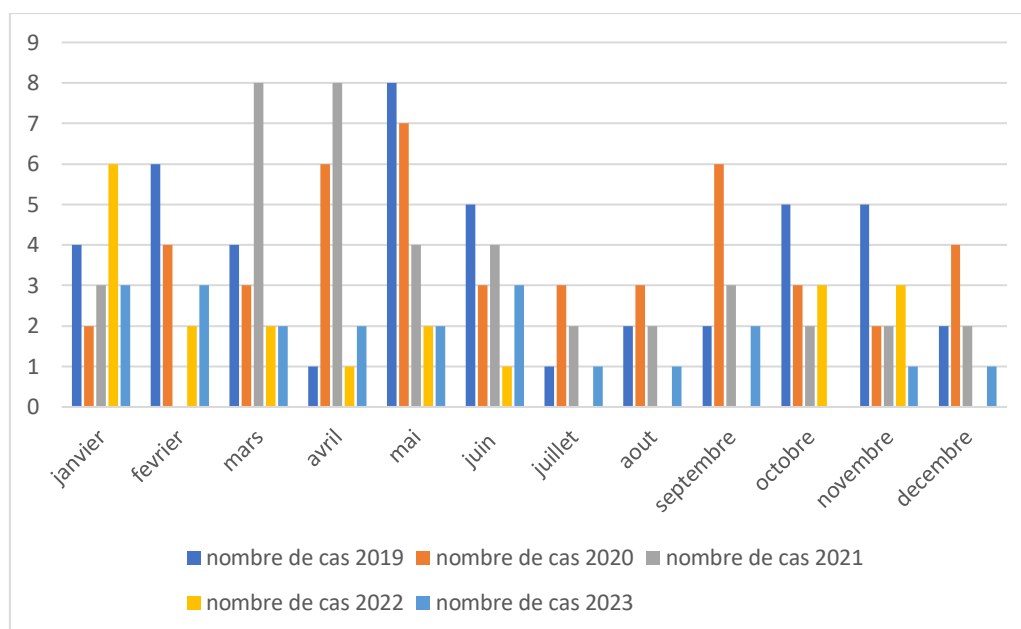


Figure 12 : nombre de cas de tuberculose bovine détectés chaque mois à l'abattoir communal de Mouzaia sur une période de 5 ans (2019-2023)

Les resultats montrent que :

En 2019 : les pics étaient en fevrier (6 cas), mai (8 cas), juin, octobre et novembre (5 cas chacun).

En 2020 : pics enregistrés en avril (6 cas), mai (7 cas).

En 2021 : Les mois les plus notables étaient mars et avril (8 cas chacun) et novembre (7cas).

En 2022 : un seul pic au mois de janvier avec 6 cas. Et plusieurs mois à 0 cas : juillet, août, septembre, décembre.

En 2023 : on remarque un pic au mois de fevrier et juin avec 3 cas, et le mois de novembre enregistre 0 cas.

• **Bilans de la saisie par organe de chaque année (2019-2023).**

○ **Tuerie de Chiffa**

L'analyse des données nous a permis de classer le nombre de saisies selon les organes au niveau de chiffa pour chaque année durant la période d'étude, mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 06 : Tableau récapitulatif des cas de tuberculose bovine enregistré de 2019 à 2023 et les organes saisis dans l'abattoir de Chiffa.

Année	Organes saisis (n)	Poumons-cœur	Foie	Tête	Tube digestif	Mésentère	Rate	Pré-estomac
2019	54	39	4	4	6	0	1	0
2020	74	60	7	2	2	3	0	0
2021	52	40	6	3	0	2	0	1
2022	36	31	1	2	0	2	0	0
2023	23	21	0	1	0	1	0	0

Les résultats montrent que :

Le nombre total d'organes saisis a varié d'une année à l'autre, avec un pic en 2020 (74 organes) et une diminution progressive les années suivantes, atteignant 23 organes en 2023. Les lésions ont été principalement retrouvées au niveau du tractus pulmonaire et du cœur. Les autres atteintes sont restées plus rares.

○ **Tuerie de Mouzaia**

L'analyse des données nous a permis de classer le nombre de saisies selon les organes au niveau de Mouzaia pour chaque année durant la période d'étude, mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 07 : tableau récapitulatif des cas de tuberculose bovine enregistré de 2019 à 2023 et les organes saisis dans l'abattoir de Mouzaia.

Année	Organes saisis (n)	Poumons-cœur	Foie	Tête	Tube digestif	Mésentère	Rate	Pré-estomac
2019	66	45	21	0	0	0	0	0
2020	54	46	8	0	0	0	0	0
2021	51	40	11	0	0	0	0	0
2022	28	20	8	0	0	0	0	0
2023	24	21	3	0	0	0	0	0

Les résultats montrent que :

Le nombre total d'organes saisis a connu une baisse continue au fil des années, passant de 66 en 2019 à 24 en 2023. Les lésions ont concerné uniquement le tractus pulmonaire et le foie, notant une absence totale de lésions au niveau des autres organes

• **Bilans de la saisie par organe des 5 années combinées (2019-2023).**

○ **Tuerie de Chiffa**

Après traitement des résultats de la tuerie de chiffa, la distribution des lésions sur les organes de la totalité des 5 années est illustrée dans le tableau suivant

Tableau 08 : répartition des lésions suspectes de tuberculose bovine découvertes à l'abattoir de chiffa durant la période d'étude.

Organes infectés et saisis	Nombre d'organes infectés et saisis	Pourcentage
Poumon-cœur	191	80%
Foie	17	7%
Tête	12	5%
Tube digestif	8	3%
Mésentère	8	3%
Rate	1	1%
Préestomacs	1	1%
Total	238	100%

Les résultats montrent le pourcentage des organes infectés et saisi par rapport à la totalité des organes infectés et saisi.

Et ils indiquent que :

Sur une totale de 238 organes, les poumons et le cœur représentent la grande majorité des organes concernés, avec 191 cas, soit 80 %. Le foie suit avec 7 %, tandis que des atteintes plus rares ont été identifiées au niveau de la tête (5%), du mésentère et Le tube digestif (3 % chacun), la rate et les pré-estomacs (1% chacun)

○ Tuerie de Mouzaia

Après traitement des résultats le tableau suivant enregistre le nombre total d'organe infectés et saisis, ainsi la répartition des lésions selon les organes à Mouzaia.

Tableau 09 : répartition des lésions suspectes de tuberculose découvertes à l'abattoir de Mouzaia durant la période d'étude.

Organes infectés et saisis	Nombre d'organes infectés et saisis	Pourcentage
Poumon-cœur	172	77%
Foie	51	23%
Tête	0	0%
Tube digestif	0	0%
Mésentère	0	0%
Rate	0	0%
Préestomacs	0	0%
Total	223	100%

Les résultats montrent le pourcentage des organes infectés et saisi par rapport à la totalité des organes infectés et saisi.

On remarque que :

Les poumons et le cœur représentent la majorité des organes atteints, avec 172 cas, soit un pourcentage de (77 %). Le foie est la seule autre localisation observée, avec 51 cas (23 %).

Aucun autre organe n'a été saisi pour suspicion de tuberculose au cours de la période étudiée.

- Les figures 13 et 14 ci-dessous montrent les lésions les plus rencontrées lors de notre étude au niveau l'établissement d'abattage de la Chiffa :



Figure 13 : poumon tuberculeux avec ganglion trachéobronchique droit à caséum sec
(Dr Reguieg Abdelkrim, 2023)

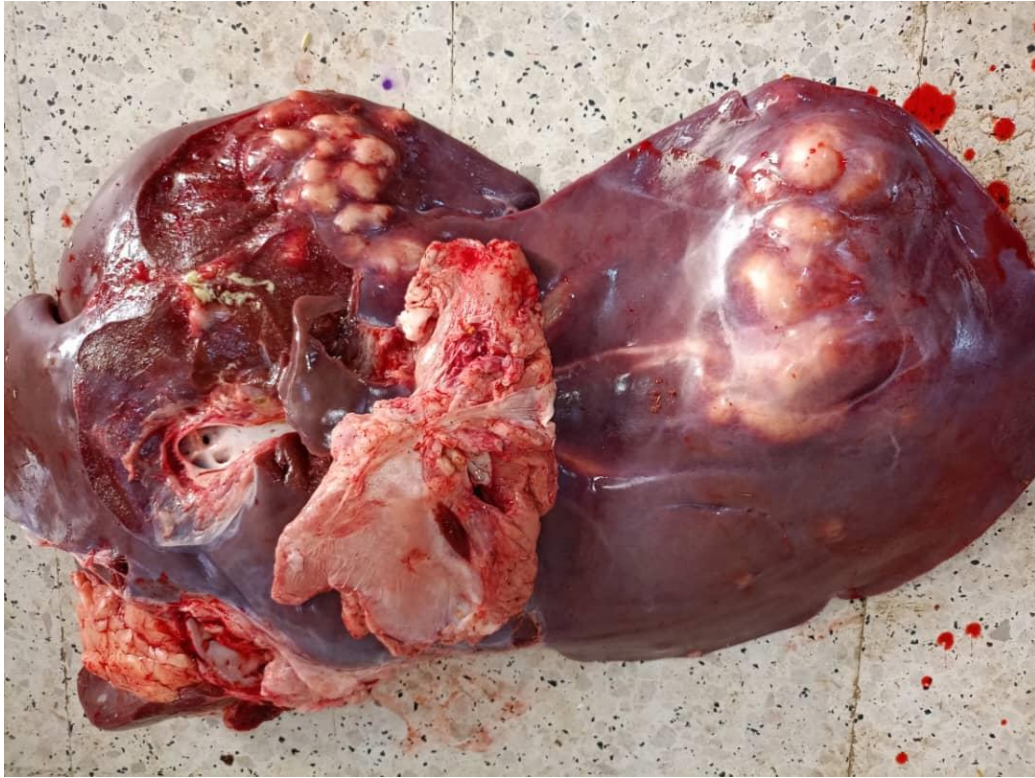


Figure 14 : foie avec lésions évocatrices de tuberculose nodulaire (Dr Reguieg Abdelkrim, 2023)

3. DISCUSSION

La tuberculose (TB) zoonotique est une forme de tuberculose humaine principalement causée par *M. bovis*, qui appartient au complexe *M. tuberculosis*. Ce micro-organisme est adapté aux bovins, où il est appelé tuberculose bovine. Il provoque également la tuberculose chez d'autres espèces animales, y compris la faune sauvage. La principale voie de transmission de *M. bovis* à l'homme est indirecte. La transmission se fait le plus souvent par la consommation de lait et d'autres produits laitiers contaminés n'ayant pas subi de traitement thermique. Plus rarement, elle peut se transmettre par la consommation de viande contaminée crue ou mal cuite. Une transmission aérienne directe de *M. bovis* a également été signalée, d'animaux ou de produits animaux infectés à l'homme, ainsi qu'entre humains (WHO, 2017).

Chez les bovins, la tuberculose est une maladie infectieuse chronique qui provoque des lésions anatomiques caractéristiques ayant la forme de nodules (tubercules). L'évolution de la pathologie est généralement insidieuse et difficilement détectable chez l'animal vivant. Les lésions des organes sont variées, ce qui rend difficile l'interprétation des constats effectués lors du contrôle des viandes (Nigsh et *al.*, 2014).

La recherche de lésions de tuberculose lors de l'inspection post mortem (IPM) des bovins à l'abattoir a deux fonctions essentielles, la salubrité dont l'objectif est de détecter la présence de lésions évocatrices de TB afin de retirer de la consommation les produits susceptibles de présenter un risque pour la santé publique et la surveillance de la TB dont l'objectif est de détecter des animaux infectés par cette maladie. La détection de lésions macroscopiques dans les abattoirs est suivie de la saisie partielle ou totale des carcasses et organes. L'étude que nous avons menée sur la période qui s'étend de l'année 2019 à l'année 2023 permet de suivre la situation épidémiologique de la tuberculose bovine au niveau local. Pour cela, on s'est basé sur les taux d'infection, les fluctuations mensuelles, et l'aspect anatomique. Les résultats ont montré, sur le plan quantitatif, une variation annuelle de la prévalence dans les deux abattoirs, avec une tendance à la baisse à partir de 2021. À l'abattoir de Chiffa, la prévalence est restée relativement élevée entre 2019 et 2020 (10–11 %), avant de chuter à 6 % à partir de 2021, pareil pour Mouzaia, même si les taux enregistrés ont été plus bas par rapport à Chiffa, allant de 5 à 6 % en début de période, pour diminuer à 4 % en 2022–2023. Cette baisse progressive pourrait être la conséquence d'une amélioration des conditions sanitaires dans les élevages

et de l'application des mesures de prévention et de lutte contre la tuberculose bovine celles décrites dans le journal officiel.

Sur le plan mensuel, l'analyse des cas de chaque mois de l'année pendant la période d'étude met en évidence l'absence de schéma saisonnier, bien que certains mois comme avril, mai, ou novembre reviennent assez régulièrement avec un nombre de cas élevé, il n'y a pas de pic constant et régulier. Cela est la preuve que la tuberculose n'est pas une maladie saisonnière mais plutôt d'une allure enzootique.

Du point de vue lésionnel, l'étude met en évidence une prédominance claire des lésions pulmonaires (poumon et cœur sont les plus atteints), représentant 80% des organes saisis à Chiffa et 77% à Mouzaia. A noter, une différence des taux de lésions hépatiques entre les deux abattoirs avec 7% à chiffa, un taux bien inférieur à celui de Mouzaia qui est à 23%.

Il faut aussi noter qu'à chiffa, des lésions évocatrices de tuberculose ont été trouvées au niveau de plusieurs organes extra pulmonaires (tête, mésentère, tube digestif, rate, préestomacs), en revanche à Mouzaia, aucune lésion extra pulmonaire ou extra hépatique n'a été enregistré, ce qui peut être interpréter par la récurrence de tuberculose pulmonaire et hépatique sans atteinte d'autres organes, ou alors que les lésions sur les autres organes soient passées inaperçues,

Cette dominance des lésions pulmonaires a été rapporté par l'étude de Belakehal et *al.* (2021) en Algérie, dans laquelle 84,8 % des lésions se situaient dans la cavité thoracique. Les lésions prédominaient dans les ganglions lymphatiques trachéobronchiques (71,7 %), le tissu pulmonaire (4,9 %) et les ganglions lymphatiques rétro pharyngés (4,9 %), suivis du tissu hépatique (3,8 %) et des ganglions lymphatiques rétro hépatiques (3,8 %). Moins fréquemment, des lésions ont été observées dans les ganglions lymphatiques pré scapulaires (1,6 %), le tube digestif (0,5 %) et les reins (0,5 %). De même que l'étude de Woldemariyam et *al.* (2021) en Ethiopie, dans laquelle les lésions macroscopiques de type tuberculeux ont été observées le plus souvent au niveau des poumons et des ganglions lymphatiques associés (65,8 %), suivis des ganglions lymphatiques de la tête (21,1 %) et des ganglions lymphatiques du tube digestif (13,2 %).

Enfin, la tendance à la baisse peut indiquer un certain progrès dans la lutte contre la maladie. En 1995 conformément à l'arrête interministériel du 26 décembre 1995 les pouvoirs publiques ont fixé les mesures de lutte contre la tuberculose bovine, dont le dépistage du lait dédié au

élevages laitiers avec assainissement des animaux testés positifs, avec l'indemnisation pour l'éleveur concerné.

En 2010 une autre procédure a été instaurée de collecter tous les laits pour des fins de pasteurisation en mettant en place une fiche d'identification sanitaire (F.I.S) pour tous les élevages laitiers à statut sanitaire connu et inconnu, tout en maintenant la prime à la production. Les éleveurs ont donc abandonné le dépistage et ont opté pour la F.I.S, ce qui a été à l'origine d'une perte de toute traçabilité, désormais, le statut sanitaire des élevages laitiers est devenu inconnu. Cependant, les résultats ne reflètent pas à 100% la réalité du terrain.

CONCLUSION et PERSPECTIVES

L'étude rétrospective menée sur la tuberculose bovine entre 2019 et 2023 sur les tueries de Chiffa et Mouzaia révèle la persistance de la maladie malgré les taux globaux relativement bas estimés à 8% pour Chiffa et 5% à Mouzaia. Soulignant ainsi, la présence persistante de la tuberculose au sein du cheptel bovin au niveau local.

L'analyse mensuelle prouve que la maladie n'a aucun rapport avec les saisons. Tandis que sur le point de vue anatomopathologique, la prédominance des lésions au niveau du complexe poumon-cœur confirme la voie respiratoire comme principale mode de transmission.

Enfin, cette étude souligne l'importance de l'inspection vétérinaire aux abattoirs pour la découverte des cas suspects de tuberculose.

La mise en évidence de lésions à l'abattoir est très variable et manque donc de sensibilité et de spécificité. L'amélioration de cette méthode diagnostique passe par la formation des inspecteurs vétérinaires. Dans cette optique, l'uniformisation des pratiques d'inspection, en stricte conformité avec le Guide d'inspection sanitaire des viandes rouges édicté par le ministère de l'Agriculture et du Développement rural, constitue une priorité essentielle.

Il serait aussi nécessaire de restaurer les mesures de contrôle sanitaires notamment, le dépistage systématique biannuel et l'identification du cheptel. L'assainissement des cheptels infectés ainsi que la sensibilisation continue des éleveurs à ces derniers, avec une indemnisation à la hauteur du préjudice afin de les encourager à accepter l'idée du dépistage de leur cheptel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adams L. G., 2001. In vivo and in vitro diagnosis of Mycobacterium bovis infection. *Revue Scientifique et Technique*, 20, pp. 304–324.
- Artois M., Loukiadis E., Garin-Bastuji B., Thorel M. F., Hars J., 2004. Infection des mammifères sauvages par Mycobacterium bovis : risque de transmission aux bovins domestiques. *Bulletin Épidémiologique AFSSA*, n° 13, pp. 1–3.
- Ayad A., Bensid A., Benabdelhak A., Aït-Yahia C., Boudjlal N., Dergal F., 2020. First report on tuberculosis based on slaughterhouse data in Bejaia province, Algeria: a retrospective 10-year survey. *Kocatepe Veterinary Journal*, 13(2), pp. 118–124. DOI: 10.30607/kvj683269.
- Belakehal F., Moser I., Naim M., Zenia S., Hamdi T. M., 2021. Tuberculosis lesions of bovine carcasses in Algerian municipal abattoirs and associated risk factors. *Journal of Animal Health and Production*, 9(4), pp. 479–486.
- Bénard G., 2007. Les viandes tuberculeuses. Cours de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.
- Bénet J. J., 2001. Tuberculose animale. Polycopié, École Nationale Vétérinaire Française, Unité des maladies contagieuses.
- Bénet J.-J., Boschioli M.-L., Dufour B. et al., 2006. Lutte contre la tuberculose bovine en France de 1954 à 2004 : analyse de la pertinence épidémiologique de l'évolution de la réglementation. *Épidémiologie et Santé Animale*, 2006.
- Bénet, J.J., (2008). "La tuberculose animale", polycopié des unités de maladies contagieuses des écoles vétérinaires françaises, Merial, 74p.
- Bénet J. J., 2010. La tuberculose animale. Polycopié, Écoles Nationales Vétérinaires Françaises, Unité Pédagogique des Maladies Contagieuses, 74p.
- Bénet JJ., Praud A. et al., 2014. La tuberculose animale. Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles Nationales Vétérinaires françaises, Merial (Lyon), 100 p.
- BENSID, hygiène et inspection des viandes rouges, Édition Dar el Djelfa, (2018).

Bessell P. R., Orton R., O'Hare A., Mellor D. J., Logue D., Kao R. R., 2012. Developing a framework for risk-based surveillance of tuberculosis in cattle: a case study of its application in Scotland. *Epidemiology and Infection*. DOI : 10.1017/S0950268812000635.

Blood D. C., Henderson J. A., Radostits O. M., 1981. Diseases caused by bacteria. In : *Veterinary Medicine. A textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs and horses*, 5^e éd., Baillière Tindall, London.

Boukary A. R., Thyse E., Mamadou S., Rigouts L., Matthyse F., Vias-Franck S. G., Gamatie D., Yenikoye A., Saegerman C., 2011. La tuberculose à *Mycobacterium bovis* en Afrique subsaharienne. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 155, pp. 23–37.

Bovine tuberculosis (Chapter 2.4.7) In : *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. OIE terrestrial manual 6th ed (2008). www.oie.int/en/international-standard-setting/terrestrial-manual/acces-online/ (consulté le 3 juin 2025).

Thoen C. O., Steele J. H., Gilsdorf M. J., 2006. *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans. 2^e éd., Blackwell Publishing, Chapitre 1, pp. 19–346.

Cosivi O., 1998. Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries. *Emerging Infectious Diseases*.

Cousin S., Marchand S., Brilleaud P., Vincent V., Guesdon J. L., 2003. Tuberculosis in seals caused by a novel member of the *Mycobacterium tuberculosis* complex: *Mycobacterium pinnipedii* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53, pp. 1305–1314.

Delafosse A., Goutard F., Thébaud E., 2002. Épidémiologie de la tuberculose et de la brucellose des bovins en zone périurbaine d'Abéché (Tchad). *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 55(1), pp. 5–13.

De la Rua-Domenech R., Goodchild A. T., Vordermeier H. M., Hewinson R. G., Christiansen K. H., Clifton-Hadley R. S., 2006. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: A review of the tuberculin tests, gamma-interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. *Research in Veterinary Science*, 81, pp. 190–210.

de la RUA-DOMENECH R., 2006. Human *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom : incidence, risks, control measures and review of the zoonotic aspects of bovine tuberculosis. *Tuberculosis*, 86, 77-109.

Desmond M. C., 2011. Advances in molecular diagnostics for *Mycobacterium bovis*. *Veterinary Microbiology*, 151, pp. 2–7.

Diguimbaye C., 2004. La tuberculose humaine et animale au Tchad : contribution à la mise en évidence et caractérisation des agents causaux et leur implication en santé publique. Thèse de doctorat, (Université de Bâle), p. 24.

Dirat C., 2013. Tuberculose bovine : mise à jour bibliographique et situation épidémiologique en France. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France.

Dubois M., Françoise S., 2002. Les tuberculoses chez l'animal et l'homme : actualités épidémiologiques et diagnostiques. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, n° TOU 3 – 4103, 2002.

Dufour B., Benet J. J., Boschioli M. L., Ganière J. P., Garin-Bastuji B., Hars J. et al., 2011. *Tuberculose bovine et faune sauvage*. Rapport ANSES, France. Disponible sur : [\[http://www.anses.fr/Documents/SANT2010sa0154Ra.pdf\]](http://www.anses.fr/Documents/SANT2010sa0154Ra.pdf) (consulté le 2 juin 2025).

FAO (EMPRES), 2012. Bulletin des maladies animales transfrontières, Division de la production et de la santé animales, n° 40, pp. 2–10.

Faye S., 2010. Évaluation de nouveaux outils de diagnostic de la tuberculose bovine : conditions d'utilisation d'un test de dosage d'IFN γ et d'un test PCR IS6110 en temps réel. Mémoire de master, AgroParisTech.

Faye S., Moyen J.-L., Gares H., Benet J. J., Garin-Bastuji B., Boschioli M. L., 2011. Determination of decisional cut-off values for the optimal diagnosis of bovine tuberculosis with a modified IFN γ assay (Bovigam®) in a low prevalence area in France. *Veterinary Microbiology*, 151, pp. 60–67.

FEDIAEVSKY A., DUFOUR B., BOSCHIROLI M. L., MOUTOU F., 2010. Bilan de la surveillance de la tuberculose bovine en 2009 : une prévalence globalement faible mais un renforcement de la lutte dans certaines zones. *Bull. Epidémiol. Santé Anim. Alim. (Spécial MRC)*, n°40, 3-8.

FEDIAEVSKY A., BENET J. J., BOSCHIROLI M. L., HARS J., 2011. La tuberculose bovine en France en 2010, surveillance et détection accrues. *Bull. Epidémiol. Santé Anim. Alim. (Spécial MRC)*, n°46, 3-9.

Gares H., Horgue-Albert C., 2008. L'apport du dosage de l'interféron gamma dans le dépistage de la tuberculose en Dordogne. *Bulletin des GTV*, n° 47, pp. 65–66.

Guiard I., 2008. Synthèse des antigènes présentés par la protéine CD1, analogue des sulfoglycolipides diacylés mycobactériens : vers un nouveau vaccin contre la tuberculose. Thèse de doctorat en chimie organique, Université Paul Sabatier, Toulouse, 191 p.

Guy T. C. Y., 1998. Prophylaxie des principales maladies contagieuses dans les manades taurines du Sud-Est de la France. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, n° 4088, 114 p.

Humblet M. F., Boschioli M. L., Saegerman C., 2009. Classification of worldwide bovine tuberculosis risk factors in cattle: a stratified approach. *Veterinary Research*, 40, pp. 50–74.

Journal Officiel de la République Algérienne, 1995. Arrêté interministériel du 3 Chaabane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la tuberculose bovine. JORAD n°65.

Kardjadj M., Yala D., 2008. Situation épidémiologique de la tuberculose bovine dans le cheptel identifié en Algérie (1995-2009). 3^e Journée animale (U.S.D.B), 21–22 novembre 2010.

Ecole nationale vétérinaire de France., la tuberculose : Diagnostic du vivant de l'animal., https://vetagro-sup.scenari-community.org/Versions%20de%20travail%20non%20encore%20publi%C3%A9es/La%20tuberculose_web/co/La_tuberculose_26.html, consulté le 10 juin 2025.

Maeder A., 2008. Étude de la tuberculose chez le sanglier. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort.

Matrat P., 2014. Évolution de la situation épidémiologique de la tuberculose bovine en Côte-d'Or de 2009 à 2013. Sciences vétérinaires, Université Claude-Bernard Lyon 1.

Menzies F. D., Neill S. D., 2000. Cattle-to-cattle transmission of bovine tuberculosis. The Veterinary Journal, 160, pp. 92–106.

Merial, 2001. Tuberculose animale. Polycopié, École Nationale Vétérinaire Française, Unité des maladies contagieuses.

Merial, 2004. La tuberculose animale. Polycopié des unités de maladies contagieuses des Écoles Nationales Vétérinaires Françaises, Merial (Lyon), 100 p.

Merial, 2006. Tuberculose animale. Polycopié, Écoles Nationales Vétérinaires Françaises.

Merial, 2014. La tuberculose animale. Polycopié, Écoles Nationales Vétérinaires Françaises.

Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2005. Procédures d'inspection sanitaire des viandes rouges. Direction des services vétérinaires, février 2005.

Neill S. D., O'Brien J. J., Hanna J., 1991. A mathematical model for Mycobacterium bovis excretion from tuberculous cattle. Veterinary Microbiology, 28(1), pp. 103–109.

Neill S. D., Pollock J. M., Bryson D. B., Hanna J., 1994. Pathogenesis of Mycobacterium bovis infection in cattle. Veterinary Microbiology, 40, pp. 41–52.

Neill S. D., Bryson D. G., Pollock J. M., 2001. Pathogenesis of tuberculosis in cattle. Tuberculosis, 81(1–2), pp. 79–86.

Nigsch A., Luginbühl A., Briner A., Suter D., 2014. Manuel de dépistage de la tuberculose bovine. Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, Berne (Suisse), 22 p.

OIE, 2008. Tuberculose bovine (Chapitre 2.4.7). In : Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres, 6^e éd., Éditions OIE (Organisation mondiale de la santé animale), Paris, pp. 745–760.

OIE, 2013. Site officiel de l'Organisation mondiale de la santé animale. Disponible sur : <http://www.oie.int> (consulté le 6 juin 2025)

OIE, 2015. La tuberculose bovine. In : Manuel terrestre de l'OIE, Organisation mondiale de la santé animale, Paris.

OIE, 2015. Répartition géographique de la tuberculose bovine. Disponible sur : [http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Diseasedistributionmap ?...](http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Diseasedistributionmap?...) (consulté le 6 juin 2025).

Parra A., García N., García A., Lacombe A., Moreno F., Freire F., Morán J., Hermoso de Mendoza J., 2008. Development of a molecular diagnostic test applied to experimental abattoir surveillance on bovine tuberculosis. *Veterinary Microbiology*, 127, pp. 315–324. DOI : 10.1016/j.vetmic.2007.09.001.

Phillips C. J. C., Foster C. R. W., Morris P. A., Teverson R., 2003. The transmission of *Mycobacterium bovis* infection to cattle. *Revue Vétérinaire Scientifique*, 74, pp. 1–15.

Rastogi N., Legrand E., Sablé C., 2001. The *Mycobacterium*: an introduction to nomenclature and pathogenesis. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 20(1), pp. 21–54.

Radostits O. M., Hinchcliff K. W., Gay C. C., Constable P. D., 2007. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10^e éd., Baillière Tindall, London, pp. 1007–1016.

Sahraoui N., Yala D., Ouzrout R., Guetarni D., Boulahbal F., 2008. Enquête sur la tuberculose bovine dans deux abattoirs d'Algérie. *Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie*, 66(2007/2008), pp. 147–155.

Sahraoui N., Muller B., Yala D., Ouzrout R., Zinsstag J., Boulahbal F., Guetarni D., 2008. Investigation about the bovine tuberculosis in two Algerian slaughterhouses. *African Journal of Agricultural Research*, 3(11), pp. 775–778.

Schiller I., Oesch B., Vordermeier H. M., Palmer M. V., Harris B. N., Orloski B. N. et al., 2010. Bovine tuberculosis: a review of current and emerging diagnostic techniques in view of their relevance for disease control and eradication. *Transboundary and Emerging Diseases*, 57, pp. 205–220.

Schiller I., Waters W. R., Vordermeier H. M., Jemmi T., Welsh M., Keck N., et al., 2011. Bovine tuberculosis in Europe from the perspective of an officially tuberculosis free country: trade, surveillance and diagnostics. *Veterinary Microbiology*, 151, pp. 153–159.

Sieng M., 2011. 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. Médecine vétérinaire et santé animale, ffdumas-04554936.

Stevens L., Percival S., Williams D. W., 2014. Microbiology of waterborne diseases. Chapitre 9 : Mycobacterium, Elsevier Ltd., pp. 177–196.

Thorel M., 2003. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes, Tome 2, Éditions Tec & Doc, Éditions Médicales Internationales, Paris, pp. 927–946.

Thorel M. F., Lefèvre P. C., Blancou J., Chermette R., Vilonberg G., 2003. Tuberculose. In : Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Chapitre 75.

Valentine M.-Ch., Poirier C., 2017. Élevages foyers de tuberculose bovine ayant fait l'objet d'un assainissement par abattage partiel depuis son autorisation sur tout le territoire national en 2014 : typologie des élevages concernés et étude de l'efficacité du dispositif. Thèse de doctorat vétérinaire, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, 82 p.

World Health Organization (WHO), 2017. Roadmap for zoonotic tuberculosis. Éditeurs : World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Organisation for Animal Health (OIE). ISBN : 978-92-4-151304-3, 24 p. Disponible sur : <https://www.who.int/publications/i/item/9789241513043> (consulté le 10 juin 2025).

Woldemariyam F. T., Markos T., Shegu D., Abdi K. D., Paeshuyse J., 2021. Evaluation of postmortem inspection procedures to diagnose bovine tuberculosis at Debre Birhan Municipal Abattoir. Animals, 11, 2620. <https://doi.org/10.3390/ani11092620> (consulté le 20 juin 2025).

Zenella, 2007. Tuberculose bovine dans une population de sangliers et de cerfs. Thèse de doctorat, pp. 15–16.