

**UNIVERSITE DE BLIDA 1**

**Institut des Sciences Vétérinaires**

**MEMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité : Sciences Vétérinaires

Option : Epidémiologie animale

**ENQUETE PRELIMINAIRE SUR LA TUBERCULOSE DES  
CAMELINS DANS TROIS ABATTOIRS DU SUD DE L'ALGERIE**

Par

**Razika BOUKERT**

Devant le jury composé de :

|              |                                     |              |
|--------------|-------------------------------------|--------------|
| R. KAIDI     | Professeur, Université. BLIDA 1     | Président    |
| D. GUETARNI  | Professeur, Département de Biologie | Examineur    |
| K.AITOU DHIA | MCA, ENV.S. Alger                   | Examinatrice |
| N. SAHRAOUI  | MCA, Université. BLIDA 1            | Promotrice   |

Blida, Juin 2015

## RESUME

La tuberculose cameline est une maladie ancienne. Elle est connue par son caractère infectieux, contagieux, virulent et sa chronicité.

La présente étude consiste en une enquête prospective, à visée descriptive, sur la proportion des cas suspects de cette maladie.

Notre enquête a été menée en deux étapes, la première au niveau des abattoirs (Ghardaïa, Ouargla et Tamanrasset) durant une période de quatorze mois (janvier 2014 jusqu'à février 2015). La seconde, au niveau de laboratoire de mycobactérie et d'histopathologie de l'institut pasteur d'Alger. Afin d'identifier les agents responsables et l'aspect anatomopathologique des lésions de cette affection.

Dans les abattoirs, notre enquête a pour but de rechercher les lésions suspectes de la tuberculose chez le dromadaire et déterminer sa prévalence.

Pour ce faire, nous avons inspecté 1512 carcasses camelines, dont 41 présentaient des lésions suspectes de tuberculose. Soit une prévalence de 2,71%, avec un fort pourcentage à l'abattoir de Tamanrasset (5,01%).

Pour ce qui est du diagnostic bactériologique, les résultats de la microscopie des 41 frottis confectionnés ont montré un taux de positivité de 2,43%. L'examen des cultures a permis de confirmer 04 cultures positives (9,75%). L'identification bactérienne des 04 cultures positives a révélé un pourcentage de 50% pour les mycobactéries typiques et 50% pour les atypiques. cette identification a montré aussi un pourcentage de 50% de *M.bovis* et 50% de MNT.

L'examen histopathologique des échantillons positifs a révélé la présence des granulomes tuberculeux avec nécrose caséuse et la présence des cellules géantes caractérisant la tuberculose cameline.

Par conséquent, notre population cameline est touchée par la tuberculose à *Mycobacterium bovis* de même que par les autres mycobactérioses dans deux abattoirs du sud de l'Algérie.

**Mots clés** : tuberculose, dromadaire, abattoir, enquête, bacilloscopie, culture, identification.

## Abstract

Tuberculosis of camel is an old disease. It's known by its infectivity, infectious, virulent and chronic character.

This study is a prospective investigation, descriptive purpose on the proportion of suspect cases; our survey was done on two stages :

The first stage on the slaughterhouses of (Ghardaia, Ouargla and tamanrasset) during fourteen month, the second on the laboratory of mycobacterium and histopathology of PASTEUR institute of ALGIERS, in order to identify the responsible agent and the antaomopathologic aspect of lesions of this affection.

In the slaughterhouses our mission was to find suspect lesions of tuberculosis in dromedary and define it prevalence.

We inspected 1512 camelin carcasses of which 41 have suspect lesions of tuberculosis with a prevalence of 2.71% with a high proportion on the slaughterhouse of Tamanrasset with (5.01%).

On the bacteriologic diagnostic the result of microscopy of 41 smears shows a rate of positivity of 2.43%. The bacterial identification of 41 positive cultures has found a percentage of 50% for Mycobacterium typical and 50% M.bovis atypical

This identification has also shown a percentage of 50% of *M.bovis* and 50% of MNT.

The histopathologic review of positive samples has shown the presence of tuberculosis granuloma with a caseous necrosis and also the presence of a giantess cells characterizing the camelin tuberculosis

Consequently, our population of camelin is affected by tuberculosis of *Mycobacteriosis on two slaughterhouses on the south of Algeria*

Key words: tuberculosis, dromedary, slaughter-house, investigation, bacilloscopy, culture, identification

## ملخص

إن سل الإبل هو مرض معروف منذ القدم يظهر في معظم الأحيان في حالات متفرقة فهو مرض معدي خبيث و تطوره مزمن.

هذه الدراسة هي قضية وصفية عن مدى انتشار مرض سل الجمال في ثلاثة مزابح للجنوب الجزائري و البحث عن أسباب هذا الوباء. لذلك أجرينا تحقيقنا على مرحلتين, الأولى على مستوى مزابح تماراست , غرداية, ورقلة. خلال فترة أربعة عشر شهر.

2014 إلى فيفري 2015 و الثانية على مستوى مخبر ميكوبكتيري بمعهد باستور لتشخيص البكتيريا المسببة لسل الجمال في المزابح.

الهدف من هذه الدراسة هو البحث عن الجثث المشبوهة الحاملة لتقرحات السل عند الإبل ومعرفة مدى انتشار هذا المرض في ثلاثة مزابح.

لقد فحصنا 1512 جثة ابل 41 كانت تحمل تقرحات مشبوهة لسل فسلنا مدى انتشار سل الجمال المقدر ب 2.71 %

مع نسبة عالية قدرة ب 5 % في مذبح تماراست.

فيما يتعلق بالفحص المجهرى للجثث المشبوهة في 41 مسحة وجدنا 2.43%

عزل الزرع أكد وجود 04 زرع ايجابي قدر ب 9,75%

الفحص المظهري ل 04 زرع إيجابي كشف عن نسبة 50 % من الميكوبكتيريا النموذجية و 50% الغير النموذجية.

أما بالنسبة للتحدد البيوكيميائي, فكانت نسبة 50 % من الزرع ميكوبكتريوم بوفيسو 50 % ميكوبكتيريا الغير سلية.

فحص الأنسجة لعينات الإيجابية يكشف عن وجود أورام حبيبية و خلايا عملاقة مميزة لمرض سل الإبل.

وبالتالي, الإبل الجزائري مصاب بمرض السل من نوع ميكوبكتريوم بوفيسو و كذلك الميكوبكتيريا الغير سلية وداء السل بين في ثلاثة مزابح للجنوب الجزائري.

**كلمات المفتاح:** السل الإبل المزابح التحقق الفحص المجهرى زرع.

## REMERCIEMENTS

Il est rare qu'un travail soit le fruit d'une seule personne, et celui-ci ne fait pas partie des exceptions aussi qui nous soit permis d'exprimer ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation :

En premier lieu, nous exprimons toute ma gratitude à mon encadreur *Dr. SAHRAOUI N.*, Maître de conférences (A) à l'institut vétérinaire l'université de Blida 1, pour sa disponibilité, sa gentillesse, son amabilité qui lui a valu le respect et la sympathie de tous les étudiants, que DIEU vous accorde longue vie, santé et prospérité.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à monsieur le Professeur *KAIDI R.*, de l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'université de Blida 1, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury. Hommage respectueux.

J'adresse mes vifs remerciements à monsieur le Professeur *GUETARNI D.* de département de Biologie de l'université de Blida 1, pour l'aide qu'il a bien voulu accorder à ce travail et qui nous a fait l'honneur de bien vouloir apporter ses compétences à notre jury.

Au Docteur *Dr AITOU DHIA K.*, Maître de conférences (A) de l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, qui nous a fait l'immense plaisir et l'honneur d'accepter de participer à notre jury.

Mes sincères remerciements aux docteurs vétérinaires inspecteurs des trois abattoirs.

Je remercie chaleureusement les gens de l'institut pasteur d'Alger : *Dr YALA D* d'avoir mis à ma disposition les produits nécessaires.

Enfin, je voudrais remercier toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

## DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma période d'étude pour leurs sacrifices consentis

A mon très cher **père**

Je vous remercie d'avoir fait de moi ce que je suis maintenant, aucune dédicace, aucun mot, ne saurait exprimer réellement mon profond amour, mon respect et ma reconnaissance.

A ma très chère **mère**

Merci pour ton soutien sans faille dans les moments les plus difficiles. Merci pour cette épaule inébranlable qui m'a toujours rassurée, encouragée et portée devant les épreuves de ma vie, mon estime ma gratitude.

A **mon mari**

Merci pour ton assistance dont les moments les plus difficiles de ma vie, mon respect et mon profond amour

A ma **grand- mère**

Pour ton amour et ta tendresse. Tu as toujours été là pour moi, depuis mes premiers pas et pour longtemps encore j'espère.

A mes chères **sœurs**

IBTISSEM, MERIEM, SARAH, CHAHRAZED

A mon cher **frère** MOHAMED CHRIF

A mes adorables **enfants** NESRINE, INESS, ISLEM

A toute **ma grande famille** pour son soutien et encouragement.

J'adresse également mes remerciements à mes collègues de la promotion du Magister en épidémiologie LILA, ASMA, KAHINA, SONIA, HANANE sans oublier ASMA, FETHIA, MALIKA.

Comme on dit souvent on garde le meilleur pour la fin et ces remerciements ne seraient pas complets sans remercier ma sœur Dr GUERROUCHE K pour son aide, ses conseils pertinents et son soutien moral.

A tous **les enseignants** qui m'ont enseigné durant tout mon cursus.

A toutes les personnes que j'aime.

## TABLE DES MATIERES

|  |    |
|--|----|
| RESUME   |    |
| REMERCIEMENTS  |    |
| DEDICACES  |    |
| TABLE DES MATIERES   |    |
| LISTES DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX   |    |
| INTRODUCTION   | 16 |
| <br>   |    |
| CHAPITRE 1. LE DROMADAIRE  |    |
| <br>   |    |
| 1.1. Généralités   | 18 |
| 1.2. Taxonomie   | 18 |
| 1.3. Répartition géographique de la population cameline  | 20 |
| a. Dans le monde   | 20 |
| b. En Afrique  | 22 |
| c. En Algérie  | 23 |
| 1.4. Populations camelines   | 25 |
| 1.5. Contraintes de santé liée à l'élevage camelin   | 26 |
| 1.6. Pathologies du dromadaire   | 27 |
| <br>   |    |
| CHAPITRE 2. LA TUBERCULOSE CAMELINE  |    |
| <br>   |    |
| 2.1. Définition  | 31 |
| 2.2. Historique  | 31 |
| 2.3. Historique et répartition géographique des cas de tuberculose<br>rapportés chez le dromadaire | 32 |
| 2.4. Importance  | 33 |

|  |    |
|--|----|
| CHAPITRE 3. EPIDEMIOLOGIE DE LA TUBERCULOSE CAMELINE |    |
| 3.1. Epidémiologie descriptive                       | 35 |
| ➤ Dans le monde                                      | 35 |
| ➤ En Afrique   | 35 |
| ➤ En Algérie   | 36 |
| 3.2. Epidémiologie analytique                        | 36 |
| 3.2.1. Sources de contagion                          | 36 |
| 3. 2.1.1. Animaux infectés                           | 36 |
| 3.2.1.2. Matières virulentes                         | 36 |
| 3.2.2. Modalités de contagion                        | 37 |
| 3.2.2.1. Modes de transmission                       | 37 |
| 3.2.2.2. Voies de pénétration                        | 38 |
| 3.2.2.3. Réservoirs animaux                          | 39 |
| 3.2.3. Facteur de réceptivité                        | 39 |
| 3.3. Epidémiologie synthétique                       | 39 |
| 3.3.1. A l'échelon de l'élevage                      | 39 |
| 3.3.1.1. Origine de l'infection                      | 39 |
| 3.3.1.2. Modalités d'évolution dans l'élevage        | 40 |
| CHAPITRE 4. ETUDE DE L'AGENT ETIOLOGIQUE             |    |
|  | 42 |
| 4.1. Classification des mycobactéries                | 45 |
| 4.2. Caractéristique des mycobactéries               | 45 |
| 4.2.1. Caractères bactériologiques                   | 46 |
| 4.2.2. Caractère morphologiques                      | 47 |
| 4.2.3. Caractères cultureux                          | 47 |
| 4.2.4. Caractères biochimiques                       | 49 |
| CHAPITRE 5. ETIOPATHOGENIE, SYMPTOMES ET LESIONS     |    |
| 5.1. Etiologie                                       | 51 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 5.2. Pathogénie | 51 |
| 5.3. Symptômes  | 53 |
| 5.4. Lésions    | 54 |

## CHAPITRE 6. DEPISTAGE ET DIAGNOSTIC DE LA TUBERCULOSE

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
|                                       | 56 |
| 6.1. Dépistage                        | 56 |
| 6.1.1. Méthodes de tuberculation      | 57 |
| 6.2. Diagnostic                       | 58 |
| 6.2.1. Diagnostic clinique            | 58 |
| 6.2.1. Diagnostic nécropsique         | 58 |
| 6.2.3. Diagnostic expérimental        | 58 |
| 6.2.3.1. Diagnostic bactériologique   | 59 |
| a. Bacilloscopie                      | 61 |
| b. Bactériologie                      | 61 |
| c. Identification                     | 62 |
| 6.2.3.2. Diagnostic histopathologique | 63 |
| 6.2.3.3. Diagnostic sérologique       | 64 |
| 6.2.3.4. Diagnostic allergique        | 64 |
| 6.2.3.5. Diagnostic moléculaire       | 64 |

## CHAPITRE 7. TRAITEMENT ET PROPHYLAXIE

|                  |    |
|------------------|----|
|                  | 66 |
| 7.1. Traitement  | 66 |
| 7.2. Prophylaxie | 66 |

## PARTIE EXPERIMENTALE

### CHAPITRE 8. MATERIEL ET METHODES

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 8.1. Les besoins de l'enquête   | 69 |
| 8.2. Objectifs et problématique | 69 |

|  |     |
|--|-----|
|  | 70  |
| 8.3. Cadre de l'étude  | 70  |
| 8.3.1 Zone et période de l'étude   | 70  |
| 8.3.1.1. Abattoirs   | 71  |
| 8.3.1.2. Laboratoire   |     |
| 8.4. Matériel et méthodes  | 72  |
| 8.4.1 Matériel   | 72  |
| 8.4.1.1. Au niveau des abattoirs   | 72  |
| 8.4.1.2. Au niveau du Laboratoire  | 72  |
| 8.4.2. Méthodes  | 72  |
| 8.4.2.1. Au niveau des abattoirs   | 73  |
| 8.4.2.1.1. Inspection <i>ante-mortem</i>                                 | 74  |
| 8.4.2.1.2. Inspection <i>post-mortem</i>                                 | 74  |
| 8.4.2.1.3. Collecte et acheminement des prélèvements                     | 74  |
| 8.4.2.1.4. Analyse statistique   | 75  |
| 8.4.2.2. Au niveau de laboratoire  | 75  |
| 8.4.2.2.1. Examen Microscopique  | 76  |
| 8.4.2.2.2. La culture bactérienne  | 78  |
| 8.4.2.2.3. Identification bactérienne                                    | 81  |
| 8.4.2.2.4. Examen histopathologique                                      | 84  |
| CHAPITRE 9. RESULTATS  |     |
| 9. 1. Proportion des lésions suspectes de la tuberculose du dromadaire   | 86  |
| 9.2. Proportion des cas suspects en fonction des facteurs de variation   | 87  |
| 9.3. Localisation des lésions  | 90  |
| 9.4. Résultats de laboratoire  | 92  |
| 9.4.1. Examen bactériologique  | 95  |
| ❖ Sensibilité, Spécificité et Valeurs prédictives de l'examen de culture | 95  |
| ➤ Identification   | 95  |
| 9.4.2. Examen histopathologique  | 98  |
| ❖ Prévalence de la tuberculose chez le dromadaire                        | 100 |

|   |     |
|---|-----|
| DISCUSSION  | 102 |
| CONCLUSION  | 108 |
| RECOMMANDATIONS   | 109 |
| APPENDICES  | 110 |
| A. Liste des abréviations   | 111 |
| B. Hotte de biosécurité   | 111 |
| C. Les dromadaires rentrant à l'abattoir d'Ouargla                  | 111 |
| D. les différents stades d'abattage                                 | 112 |
| E. Fiche de renseignements de l'animal                              | 114 |
| G. Formules pour estimer la sensibilité et la spécificité d'un test | 115 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES   | 116 |

## LISTES DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

### LISTE DES FIGURES

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figure 1.1  | <i>Camelus dromadarius</i>   | 19 |
| Figure 1.2  | <i>Camelus bactrianus</i>  | 19 |
| Figure 1.3  | Aires de distribution des effectifs camelins mondiaux                          | 21 |
| Figure 1.4  | Aires de distribution du cheptel camelin                                       | 25 |
| Figure 3.1  | Modèle explicatif d'origine de la tuberculose dans un élevage bovin            | 40 |
| Figure 4.1  | Morphologie des mycobactéries observées avec microscope à Bailliage            | 47 |
| Figure 4.2  | Colonies de <i>M.tuberculosis</i>  | 49 |
| Figure 4.3  | Colonies de <i>M. bovis</i>  | 54 |
| Figure 5.1  | pleurésie granulomateuses chez un dromadaire atteint de Tuberculose pulmonaire | 54 |
| Figure 6.1  | Test intradermique au niveau l'épaule d'un dromadaire                          | 57 |
| Figure 6.2  | B.A.A.R colorés par la méthode de <i>Ziehl-Nelseen</i>                         | 59 |
| Figure 6.3  | Coloration des B.A.A.R par la méthode à l'auramine                             | 61 |
| Figure 6.4  | Granulome central dans un poumon d'un dromadaire.                              | 63 |
| Figure 8.1  | Situation géographique des trois abattoirs                                     | 71 |
| Figure 8.2  | Lésions suspectes de tuberculose cameline.                                     | 76 |
| Figure 8.3  | Préparation des frottis  | 77 |
| Figure 8.4  | Coloration par la fuchsine et contre coloration par le bleu de méthylène.      | 78 |
| Figure 8.5  | La décontamination.  | 79 |
| Figure 8.6  | Agitation(1) et Centrifugation(2) de la suspension bactérienne                 | 80 |
| Figure 8.7  | Ensemencement sur tubes de Lowenstein –Jensen                                  | 80 |
| Figure 8.8  | Tubes placés sur portoirs dans l'étuve   | 82 |
| Figure 8.9  | Les résultats de l'identification  | 82 |
| Figure 8.10 | Réduction de nitrate   | 83 |
| Figure 8.11 | Les différentes étapes de l'examen histopathologique                           | 85 |
| Figure 9.1  | Proportion des cas suspects des lésions tuberculeuses                          | 87 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Figure 9.2  | Cas suspects de tuberculose en fonction de l'âge.  | 88  |
| Figure 9.3  | Cas suspects de tuberculose en fonction du sexe.   | 90  |
| Figure 9.4  | Localisation des lésions suspectes de tuberculose sur les organes chez le dromadaire.  | 91  |
| Figure 9.5  | Lésions suspectes de tuberculose   | 91  |
| Figure 9.6  | Bacilloscopie  | 93  |
| Figure 9.7  | B.A.A.R colorés par la méthode de <i>Ziehl-Neelsen</i>   | 93  |
| Figure 9.8  | Culture bactérienne  | 94  |
| Figure 9.9  | Cultures positive  | 95  |
| Figure 9.10 | Identification   | 97  |
| Figure 9.11 | Cultures positive à mycobactéries typiques.  | 97  |
| Figure 9.13 | Identification biochimique   | 98  |
| Figure 9.14 | Parenchyme hépatique complètement remanié par lésion granulomateuse, tuberculoïde Centré par nécrose caséuse à faible grossissement(x10) | 99  |
| Figure 9.15 | Lésions anatomopathologique de la tuberculose cameline   | 100 |
| Figure 9.16 | Présentation schématique des résultats des différentes techniques.   | 101 |

## LISTE DES TABLEAUX

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tableau 1.1 | Classification du dromadaire   | 20 |
| Tableau 1.2 | Effectif mondial du dromadaire (mille têtes)                                     | 22 |
| Tableau 1.3 | Évolution de l'effectif camelin par région                                       | 24 |
| Tableau 1.4 | Principales maladies du dromadaire   | 28 |
| Tableau 4.1 | Comparaison sommaire entre les trois groupes<br>de mycobactéries                 | 43 |
| Tableau 4.2 | Principales mycobactéries  | 44 |
| Tableau 4.3 | Les caractères de différenciation des espèces<br>mycobactérienne                 | 50 |
| Tableau 9.1 | Proportion des cas suspects de lésions tuberculeuses<br>dans les trois abattoirs | 86 |
| Tableau 9.2 | Répartition des cas suspects de tuberculose en fonction<br>d'âge                 | 88 |
| Tableau 9.3 | Les cas suspects de tuberculose en fonction du sexe                              | 89 |
| Tableau 9.4 | Les lésions suspectes de tuberculose en fonction de<br>leur localisation         | 90 |
| Tableau 9.5 | Bacilloscopie  | 92 |
| Tableau 9.6 | Culture bactérienne  | 94 |
| Tableau 9.7 | Sensibilité, spécificité et valeurs prédictives du diagnostic<br>bacilloscopique | 95 |
| Tableau 9.8 | Identification bactérienne   | 96 |
| Tableau 9.9 | Identification biochimique   | 98 |

## INTRODUCTION

La tuberculose a une importance capitale en médecine humaine et vétérinaire, c'est une maladie contagieuse mortelle, pouvant toucher l'ensemble des espèces animales. Elle figure parmi les principales maladies qui entraînent des pertes économiques au niveau mondial [1].

En Afrique, l'affection tuberculeuse constitue également une sérieuse menace [2]. C'est une zoonose très grave qui fait l'objet des mesures strictes de prophylaxie sanitaire pour les espèces animales [1].

Ces populations animales touchées chaque année par la tuberculose sont nombreuses [2]. Elle affecte l'homme, les animaux domestiques ou captifs, et même sauvages [3]. Le plus souvent ceux vivant en contact étroit avec les humains [4]. Elle touche également les camélidés y compris les dromadaires et les chameaux [5], de par la sensibilité de cette espèce à la plupart des maladies infectieuses des ruminants [6]. Des cas de tuberculose ont été rapportés depuis 1888 chez cette espèce, dans plusieurs pays africains tel que : l'Égypte, l'Éthiopie et même dans d'autres pays d'Asie, à savoir, les UAE (Union Arabie Emirat) et le Pakistan même l'Australie [7].

En Algérie, la tuberculose des ruminants a été diagnostiquée et les agents responsables de cette affections ont été identifié par Sahraoui et ses collaborateurs en 2008, 2009 et 2012. Alors qu'aucune étude visant la tuberculose cameline n'a été rapportée. Plusieurs facteurs peuvent interférer avec la réalisation de telles études, en l'occurrence, la transhumance, les mouvements incontrôlés de cet animal, leur mode d'élevage, l'insuffisance des moyens pour le déplacement des vétérinaires, l'inexistence des moyens de dépistage et de diagnostic [8].

Pour cette raison, notre étude consiste en la réalisation d'une enquête épidémiologique sur la tuberculose cameline au niveau de trois abattoirs de la région du sud du pays tout en visant les objectifs suivants :

- ❖ Déterminer la prévalence de la maladie chez la population cameline des trois abattoirs du sud algérien.
- ❖ Identifier les agents responsables de cette affection.

Enfin, ce document consiste en deux parties :

- La partie bibliographique qui englobe: une étude sur l'espèce cameline, des généralités sur la tuberculose cameline, l'épidémiologie de cette zoonose, l'étude de l'agent étiologique. Nous aborderons ensuite, la symptomatologie et le diagnostic, les différentes méthodes de dépistage, de diagnostics utilisés, ainsi que le traitement et la prophylaxie envisagés à ce propos.
- La partie expérimentale comprendra : le matériel et les méthodes utilisées pour la réalisation de cette enquête, ainsi que les résultats obtenus. Enfin, nous terminerons par une discussion générale qui permettra de faire une synthèse des résultats et de proposer quelques recommandations.

## CHAPITRE 1 LE DROMADAIRE

Dans une étude, FAYE et al. rapportent que l'Algérie n'apparaissait même pas dans le classement des pays par leur nombre de publication dans le domaine de la camélogie alors que les pays voisins étaient parmi les pays les plus présents, le Maroc à la 7<sup>ème</sup> place, la Tunisie à la 11<sup>ème</sup> et la Libye à la quinzième, comble de ce retard, des pays européens, en l'occurrence, la France, l'Allemagne ou la Grande-Bretagne) publient beaucoup plus sur les dromadaires qu'un pays largement saharien comme l'Algérie !, Un tel résultat témoigne s'il en était de la faiblesse de l'intérêt porté par les chercheurs algériens à cette espèce noble [9] .

### 1.1. Généralités:

Le dromadaire est un tylopode, digitigrade, herbivore et ruminant [10]. Il appartient à la famille des camélidés et du genre *camelus*. Sa hauteur peut atteindre jusqu'à 2,25m son poids entre 450 et 900kg [11]. Alors que l'espérance de vie du chameau est estimée à 100 ans, celle du dromadaire n'est que de 35 à 40 ans et rarement 50 ans [12].

Cette espèce a un intérêt particulier, pouvant vivre, se reproduire et produire malgré les conditions de sécheresse, au même titre que d'autres ruminants. Ses productions, sa contribution aux ressources, son lait, sa viande et son travail sont très appréciés par son éleveur [13].

### 1.2. Taxonomie :

Les camélidés appartiennent à [13], [14], [15] :

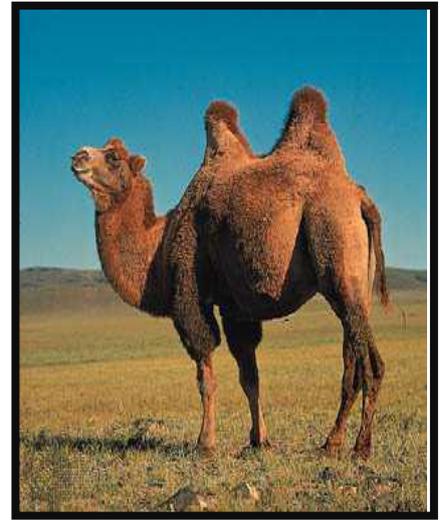
- l'embranchement des vertébrés,
- classe des mammifères ongulés
- sous classe des placentaires

Ils sont classés en deux espèces [12] :

- *Camelus Dromaderius* (dromadaire à une bosse rencontré en Afrique).  
(Figure 1.1)
- *Camelus bactarianus* (chameau de Bactriane ou chameau à deux bosses rencontré en Asie) (figure1. 2).



**Figure1.1:***Camelus dromadarius* [12]



**Figure 1.2:** *Camelus bactrianus* [12]

Selon LASNAMI K, [16] la classification du dromadaire dans le règne animal est montrée dans le tableau 1.1.

**Tableau 1.1:** Classification du dromadaire

| <b>Règne</b>  | <b>Animal</b>   |
|---------------|---|
| Sous-règne    | Métazoaires   |
| Embranchement | Vertébrés   |
| Superclasse   | Tétrapodes  |
| Classe        | Mammifère   |
| Sous-classe   | Theria (placentaire)  |
| Infra-classe  | Eutheria  |
| Super- ordre  | Praxonia  |
| Ordre         | Artiodactyles   |
| Sous-ordre    | Tylopodes   |
| Famille       | Camélidés   |
| Sous-famille  | Camelines   |
| Genre         | Camelus   |
| Espèce        | Dromaderius : Dromadaire (à un seul bosse)<br>Bactrianus: Chameau (deux bosses) |

### 1.3. Répartition géographique de la population cameline :

#### a. Dans le monde :

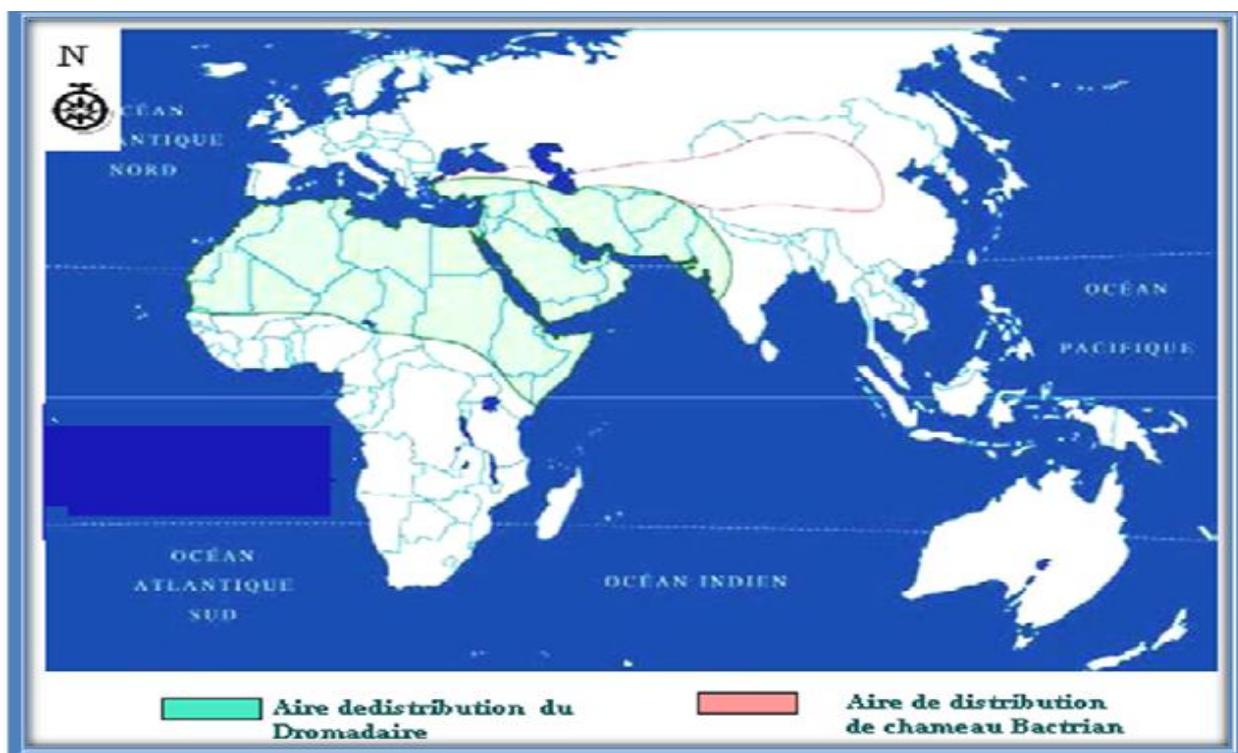
La population caméline mondiale est confinée dans la ceinture semi-aride et désertique d'Afrique et d'Asie [15].

En général, le dromadaire est considéré comme animal tropical mais actuellement sa zone est plutôt extra - tropicale [17].

Le cheptel camelin est répertorié dans 35 pays "originaires" (figure 1.3) qui s'étendent du Sénégal à l'Inde et du Kenya à la Turquie [10], [15].

De nombreuses tentatives d'introduction du dromadaire dans d'autres régions du monde ont été réalisées au cours des siècles, à savoir, l'Afrique du sud, l'Amérique du sud, l'Australie, le Sud-Ouest des Etats Unis, les caraïbes et même

l'Europe [10]. Mais les seuls véritables réussites se résument aux Iles canaries et l'Australie.



**Figure 1. 3:** Aires de distribution des effectifs camelins mondiaux [18]

❖ Effectif de la population cameline:

Le recensement précis de la population cameline mondiale n'est pas facile, notamment à cause de l'absence de vaccinations obligatoires dans ces espèces [18].

Cette population est estimée à 30 millions de têtes. Toutefois, elle représente moins de 1% des populations domestiques herbivores [19]. Elle occupe une place très importante en Afrique, au Moyen-Orient et dans le subcontinent indien [20], L'effectif mondial est rapporté dans le tableau 1.

**Tableau 1.2** : Effectif mondial du dromadaire (mille têtes) [21].

| <b>La zone</b>     | <b>Effectif</b> | <b>%</b>   |
|--------------------|-----------------|------------|
| Afrique du Nord    | 5228372         | 20.9       |
| Afrique d'Ouest    | 4366702         | 17.5       |
| Corne de l'Afrique | 13800000        | 55.2       |
| Moyen orient       | 250000          | 1          |
| Asie centrale      | 200808          | 0.97       |
| Péninsule          | 1150000         | 4.9        |
| <b>Total</b>       | <b>24732032</b> | <b>100</b> |

a. En Afrique :

Le dromadaire occupe toutes les zones désertiques de l'Afrique du Nord et leurs bordures septentrionales. Les pays de la Corne d'Afrique (Somalie, Soudan, Ethiopie, Kenya, Djibouti) abritent seuls 60% du cheptel camelin mondial [10].

❖ Effectif camelin :

Trois sous-régions sont importantes :

- Afrique de l'Est :(Djibouti, Ethiopie, Kenya, Somalie et Soudan) compte 2 669 500 km<sup>2</sup> de zone aride. les camélidés représentent 13 % de la population animale d'Afrique de l'Est.
- Afrique de l'Ouest:(Burkina-Faso, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sahara Occidental, Sénégal et Tchad), avec 4 628 600 km<sup>2</sup> de zone aride abrite un troupeau de dromadaires estimé à 2 140 000têtes.
- Afrique du Nord :(Algérie, Egypte, Libye, Maroc et Tunisie) possède la plus forte proportion de son territoire en zone aride : 4 527 000 km<sup>2</sup>, soit près de 98 % de la superficie totale, la population cameline serait de 760 000 têtes [22].

- Ces chiffres doivent être considérés comme des estimations grossières; la répartition très dispersée de la population cameline ne rend pas aisées les opérations de recensement [23].

#### a.En Algérie :

L'espèce cameline présente en Algérie est le *Camelus dromadarius* (dromadaire), qui est un chameau à une seule bosse [19]

L'Algérie est classée parmi les pays dont l'effectif camelin connaît une croissance élevée récente [19]. Ceci s'explique probablement par la démarche adoptée de l'état pour le soutien et le développement de l'espèce depuis la fin des années 1990. Cette démarche consiste en une prime à la naissance, ce qui a obligé les chameliers à déclarer avec exactitude leurs effectifs : 245 000 têtes en 2002 [24].

Selon les estimations de la FAO, l'effectif camelin a atteint 315 000 têtes en 2011, classant de ce fait l'Algérie au 14<sup>ème</sup> rang mondial [25].

Le désert algérien occupe 87% de la surface totale [26] et le cheptel camelin est reparti à travers 17 wilayas, par ailleurs, trois wilayas du sud constituent le pôle le plus important de l'élevage camelin en Algérie, à savoir Tamanrasset, Adrar et Tindouf. Le grand effectif camelin est estimé à 70 000 têtes localisées dans la wilaya de Tamanrasset [27].

Le tableau1.3 montre la répartition de l'effectif du cheptel camelin dans les wilayas algériennes.

**Tableau 1.3** : Évolution de l'effectif camelin par région (wilayas saharienne et steppiques) [28].

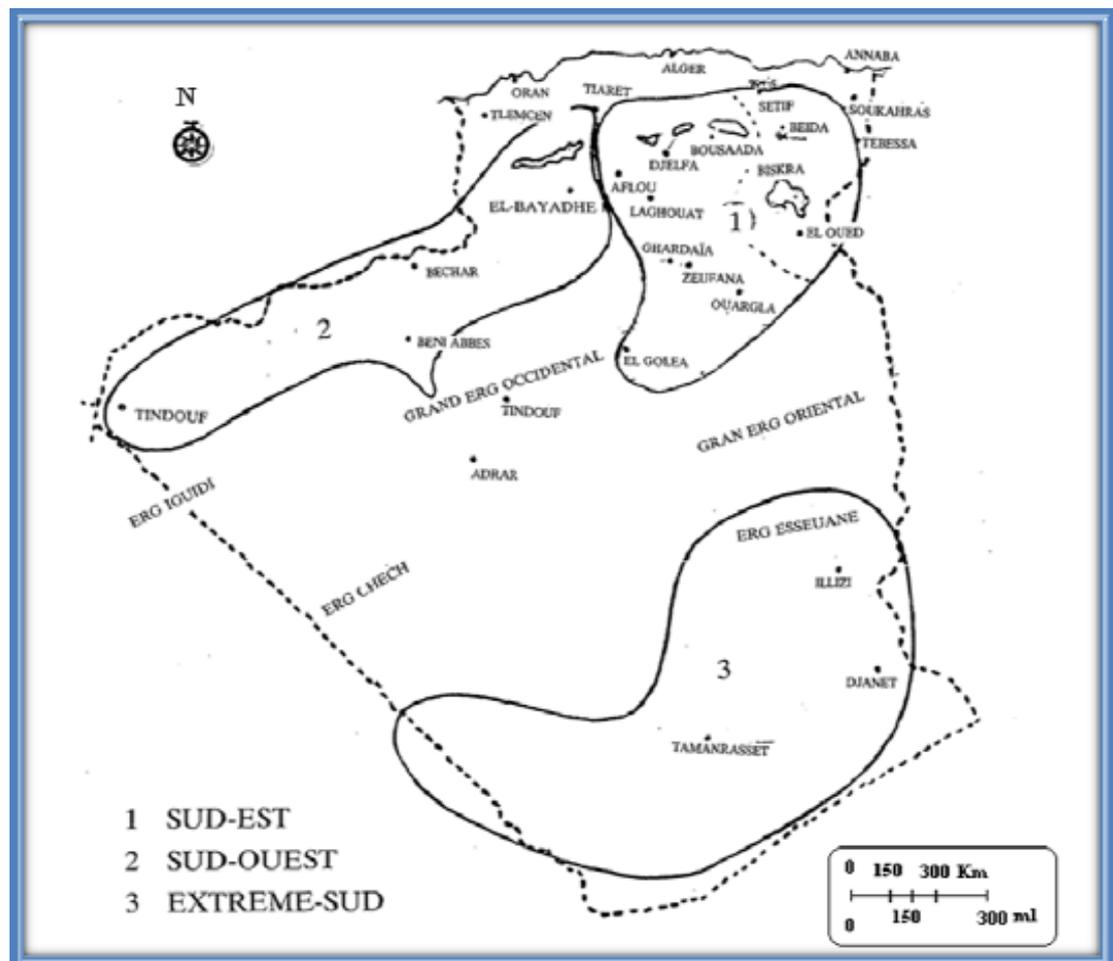
| Wilayas             |              | Nombre de tête |
|---------------------|--------------|----------------|
| Wilayas sahariennes | Tamanrasset  | 84 250         |
|                     | Illizi       | 29 417         |
|                     | Ouargla      | 29 068         |
|                     | Ghardaïa     | 11 050         |
|                     | Bechar       | 23 460         |
|                     | Tindouf      | 43 000         |
|                     | Adrar        | 42 948         |
|                     | El-oued      | 29 849         |
|                     | <b>Total</b> | <b>295 296</b> |
| Wilayas steppiques  | Biskra       | 2 254          |
|                     | Tébessa      | 445            |
|                     | Batna        | 117            |
|                     | M'sila       | 1 150          |
|                     | Djelfa       | 6 200          |
|                     | Laghouat     | 1 810          |
|                     | El-Bayad     | 9 410          |
|                     | Naama        | 961            |
|                     | Tiaret       | 460            |
|                     | <b>Total</b> | <b>20 553</b>  |

Au-delà des limites administratives, on distingue trois grandes aires de distribution (figure 1.4):

Sud-est, Sud-ouest et extrême Sud dont les pourcentages de répartition du cheptel camelin sur les trois principales aires d'élevage sont respectivement 52, 18, 30% de l'effectif total [29].

- ❖ le Sud Est qui comprend 81555 têtes dont le plus grand effectif se concentre dans la wilaya d'Ouargla (29000têtes) et la wilaya d'El-Oued (28950 têtes).

- ❖ le Sud-ouest où le nombre des têtes est estimé à 86263 dont le plus grand effectif se concentre dans la wilaya de Tindouf (35000 têtes).
- ❖ l'extrême sud comprend 118852 têtes soit dont le plus grand effectif se concentre dans la wilaya Tamanrasset (79980 têtes) [30].



**Figure 1.4** : Aires de distribution du cheptel camelin [31].

#### 1.4. Les populations de dromadaire :

Selon MADANI et al, [32] les populations camelines appartiennent à deux grands groupes génétiques Le Chaâmbi et LeTargui (Méharie) qui comptent

toutefois des sous types: Reguibi, Sahraoui, Chameau de l'Aftouh, l'Adjer, l'Ait Kebbach, Ouled Sidi Echikh et Chameau de la steppe.

Le cheptel camelin national comprend dix races [33]. Il faut noter que cette classification ne se base pas sur des critères scientifiques, et pour cela, les nouveaux travaux parlent des populations et non pas de races.

La synthèse des travaux de BEN AISSA [34], fait ressortir les populations suivantes :

Dromadaires des steppes: utilisé dans les transhumances courtes; cette population cameline se caractérise par ses poils qui sont les meilleurs de point de vue qualité et quantité par rapport aux autres populations, et son aire de répartition se localise entre le Sahara septentrionale et la steppe.

- Le Chaâmbi : Très bon pour le transport, ils sont répandus comme les meilleurs par rapport aux autres concernant la production de viande, mais les poils sont courts, de couleur foncée et son aire de répartition est vaste, se localise entre les deux grands ergs (occidental et oriental).
- Le Sahraoui : issu du croisement Chaâmbi et Ouled Sidi-Cheikh. C'est un excellent méhari. Son territoire va du grand ERG Occidental au centre du Sahara, les poils ont une longueur moyenne et parfois courte et ondulée avec une couleur foncée.
- L'Ait Khebbach: c'est un animal robuste généralement fort. Les poils sont courts et ondulés avec une couleur foncée. On le trouve dans l'aire Sud –Ouest.
- LeTergui ou race des Touaregs du Nord : Excellent Méhari, animal de selle par excellence souvent recherché au Sahara comme reproducteur. Réparti dans le Hoggar et le Sahara Central peut être trouvé même dans les autres pays tels que le Mali et Niger.
- L'Ajjer : Animal de petite taille, utilisé pour le transport et le tourisme. Il se trouve dans le Tassili d'Ajjer.
- Le Reguibi : Très bon méhari et un animal de selle, de taille moyenne ; et les femelles sont des bonnes laitières par rapport aux autres populations de l'Algérie. Il est réparti dans le Sahara Occidental, le Sud Oranais (Bechar, Tindouf). Son berceau : Oum El-Assel (Reguibet).
- Aftouh : utilisé comme animal de trait et de bât et comme un animal de viande. On le trouve aussi dans la région des Reguibet (Tindouf, Béchar).

- Barbari: Se rapproche de chaambi, mais son poils reste toujours inférieur à celui du chaambi. Il se trouve entre le Sahara Nord, Occidental et steppe.

#### 1. 5. Contraintes de santé liée à l'élevage camelin en Algérie :

La période de sécheresse prolongée a eu des conséquences néfastes sur les animaux (amaigrissement, non-résistance aux agents pathogènes). Ajouté à cela, le nombre de vétérinaires affectés qui reste au dessous des normes nationales (à titre d'exemple, le calcul de ratios donne un vétérinaire pour 3 750 dromadaires dans la région de Tindouf) et en l'absence de vétérinaires spécialisés en pathologie cameline. Le peu d'encadrement existant est concentré dans les chefs-lieux de Wilaya (inspections vétérinaires), avec des moyens souvent très limités (absence de moyens de transport appropriés) [35].

Tous ces facteurs rendent difficile la mission des inspections vétérinaires qui se voient ainsi réduite à des campagnes de vaccination sporadiques aux quelles n'adhèrent que très peu d'éleveurs, mais cette contrainte ne semble pas trop inquiéter les chameliers qui comptent sur leur savoir-faire, les chameliers ayant recours aux traitements empiriques [24].

#### 1.6. Pathologies du dromadaire :

Le dromadaire est adapté aux climats arides, dispose de particularités physiologique, biologique et métabolique qui lui confèrent une légendaire réputation à survivre dans les conditions extrêmes des milieux désertiques considérées restrictives pour les autres ruminants. La connaissance de pathologie de cette espèce repose essentiellement sur des observations ponctuelles relevées dans les abattoirs, dans les cabinets vétérinaires et/ou dans les parcours (lieu d'élevage). Les maladies parasitaires sont les pathologies les plus fréquentes chez le dromadaire, la trypanosomose est la première maladie du dromadaire. Ils sont également sensibles à d'autres maladies infectieuses telles que la fièvre charbonneuse, la brucellose, la septicémie hémorragique, la peste à *Yersinia pestis*, la salmonellose, **la tuberculose**, la paratuberculose, la leptospirose, les infections à Staphylocoques, la fièvre Q et la rage [36]. Il résulte que les maladies camelines sont essentiellement traitées par des

méthodes traditionnelles, à cause du déplacement permanent des cheptels camelins et l'éloignement des services vétérinaires.

Le tableau 1.4 montre les principales maladies du dromadaire.

**Tableau 1.4** : Principales maladies du dromadaire [37].

| Maladie | Agent causal                           | Symptômes   | Traitement  | Observation   |
|---------|--|---|---|---|
| Variole | virus,<br><i>L'ecthyma contagieux</i>  | Vésicules évoluant en croûtes sur les lèvres et le menton, Inappétence, Amaigrissement, grattage, parfois extension sur tout le coup et mort.   | Prophylactique : isoler les malades<br>Traditionnel : graisses de mélanges des végétaux. Ou vaccination   | Affecte les jeunes maladies contagieuse transmission à l'homme. |
| Gale    | <i>Sarcoptes cameli</i>                | Plaques rouges et humides évoluant en petites croustes, sur la tête et les flancs. Grattage, stade avancé : peau épaisse et sèche.              | Prophylactique : isoler les malades<br>Traditionnel : mélange d'huile de vidange, sel, Goudrons végétaux distillés par l'urine de chamelon ou par vaccination | maladie contagieuse   |
| mycose  | champignons<br><i>Trichophyton</i> sp. | Dépilation de forme ronde localisation sur le cou les épaules la bosse et les flancs, pas de grattage stade avance : croûtes larges et épaisses | Prophylactique : isoler les malades<br>Traditionnel : gratter la lésion par coton imprégné de huile de voiture.   | Affecte les jeunes chamelons de 1-2 ans                         |

|                     |                            |  |   |  |
|---------------------|----------------------------|--|---|--|
|                     | Tiques                     | Blancheur de la muqueuse de l'œil, affaiblissement surtout les jeunes.   | Goudron végétal   | /  |
| Affection           |                            | Toux, écoulement des deux naseaux. Affaiblissement et parfois diarrhée et mort   | Par le sang de l'hyène  | contagieuse  |
| Baisse de la vision | carence de vit A           | A la tombée du jour : mauvaise vision orientation difficile et plaintes  | Faire avaler des comprimés de Bolu vit AE ou de vitamine A  | Affecte le jeune   |
| Trypanosomiase      | <i>Trypanosoma Evensi.</i> | Inappétence. Amaigrissement. Pâleur de la muqueuse de l'œil. abattement. ganglions enflés. Larmes et avortement possible | Le lait de chèvre et le huile de table  | transmis par piqûres de mouches qui attaque les troupeaux en zone humide |
| Abcès des ganglions |                            | Abcès froids et indolores, atteinte du ganglion, localisé surtout à la base du cou                                       | Quand le contenu de l'abcès est liquides-en inciser largement en croix en partie basse, chaque jour vider le contenu et laver abondamment à l'eau | /  |

|                 |                                |  |  |   |
|-----------------|--------------------------------|--|--|---|
| Crapp           | carences protéique et minérale | Troubles ostéoarticulaires, l'animal est atteint par une paralysie, puis son état devient médiocre, la bosse amaigrie, l'appétit est nulle | -Apport d'orge de sel et poudre d'os   | Répondue chez les animaux qui n'ingèrent les plantes halophiles |
| Diarrhée jeunes |                                | Amaigrissement, croissance ralentie, mortalité   | Traitement prophylactique : téter le nouveau-né par le lait maternel (colostrum) avant les 12 heures suivant sa naissance. | Affecte Le jeune (nouveau-né)                                   |

/ : Indéterminé.

## CHAPITRE 2

### LA TUBERCULOSE CAMELINE

#### 2.1. Définition :

La tuberculose est une infection granulomatose, chronique et contagieuse causée par des espèces de mycobactéries appartenant au complexe *Mycobacterium tuberculosis* [38]. Elle est commune à l'homme et à de nombreuses espèces animales [39]. Zoonose majeure qui sévit dans le monde entier [40].

#### 2.2. Historique :

La tuberculose (TB), une affection remontant à l'antiquité [41]. Les échantillons de tissus prélevés des tombes ont montré aussi bien par la morphologie que par les analyses d'ADN, que l'espèce humaine a été affectée par la tuberculose il ya plus de 5400 ans. Sur les momies égyptiennes, des déformations de la colonne vertébrale indiquant le mal de Pott ont été observées, après séquençage des fragments d'ADN, celui-ci s'est avéré être spécifique du complexe *Mycobacterium tuberculosis* de nos jours [42].

-En 1546 : la nature contagieuse de la « phtisie » chez l'Homme est affirmée par Fracastor. Mais c'est seulement à la fin du 18<sup>ème</sup> siècle que la maladie humaine fut réellement caractérisée avec les travaux des médecins anglais REID en 1785 puis BAILLIE en 1793. Ceux-ci attirèrent l'attention sur les granulations et les tubercules dont le volume et le centre devenait purulent jusqu'à former de vastes abcès dans la masse des poumons [43].

-En 1810 : LAENNEC utilisa le stéthoscope pour l'auscultation, effectua une étude clinique et nécropsique complète de la maladie; il affirma que la « maladie perlière ou pomelière » des bovidés est de nature tuberculeuse.

-En 1865, VILLEMIN démontra l'incurabilité de la tuberculose humaine au lapin et l'année suivante, affirma également l'unicité de la tuberculose humaine et bovine [44].

-En 1873, HANSEN découvre que la lèpre est causée par un fin bacille [45], qui a beaucoup de ressemblances avec celui qui sera découvert 9 ans plus tard par ROBERT KOCH.

- En1882: ROBERT KOCH mit en évidence à partir des lésions humaines, le bacille tuberculeux (désigné depuis comme bacille de Koch).
- En 1890, KOCH mit au point la tuberculine dont l'application au diagnostic allergique de la maladie, proposée par GUTTMAN [46]. Et MAFUCCI, démontra la spécificité de l'infection aviaire [47].
- En 1891, GUTTMAN découvrit le diagnostic allergique par la tuberculine [48].
- En 1896, THEOBALD SMITH fit la distinction entre le bacille humain et le bacille bovin sur la base de leurs caractéristiques culturelles in vitro et l'étude de leur virulence [49].
- Entre 1908 à 1920, une souche de *M.bovis* fut repiquée sur un milieu bilité à base de pomme de terre par CALMETTE ET GUERIN [50], [51].
- En 1921, Le B.C.G fut appliqué à l'homme pour la première fois et par la suite sur un milliard de personnes [44].
- A partir de 1944, plusieurs antibiotiques furent découverts, notamment les cinq (05) antituberculeux de première ligne encore utilisées aujourd'hui: streptomycine, pyrazinamide, isoniazide, rifampicine, ethambutol [52].
- POLLAK et BUHLER confirmèrent le pouvoir pathogène occasionnel de certaines espèces de Mycobacteries [53].
- En 1968, une variété africaine de bacilles tuberculeux, qui s'est élevée rapidement au titre d'espèce appelée *mycobacterium africanum* décrite par CASTETS [54].
- En 1999, ARANAZ et ses collaborateurs décrivirent *M. Tuberculosis subsp caprae* à partir de 119 souches de mycobactéries isolées de chèvre, d'une souche isolée de porc et d'une autre souche isolée d'un mouton [55].
- En 2001, NIEMANN et al, prouvèrent que les caractères bactériologiques et génétiques de *M .tuberculosis subsp caprae* sont plus voisins de ceux de *M .bovis*. Ils proposèrent alors cette sous espèce dans l'espèce *M.bovis* avec la nomenclature de *M. bovis subsp caprae* [56].

En dépit de ses origines anciennes, la tuberculose constitue de nos jours une menace majeure de santé humaine et animale.

### 2.3. Historique et répartition géographique des cas de tuberculose rapportés

Chez le dromadaire :

Dans la littérature, la tuberculose a été rapportée chez plus de 70 espèces de mammifères sauvages et captifs non domestiques ; elle est décrite chez quasiment tous les ruminants et est fréquente chez les bovidés et les cervidés [57], [58], [59].

Dès 1917, on décrit des épisodes de tuberculose cameline et la plupart des observations proviennent des données de l'abattoir du Caire en Egypte où l'on comptabilise alors 2,9% d'infection tuberculeuse sur les carcasses , Il s'agit d'un type de *Mycobacterium bovis* qui est à 60 % des cas lié à des lésions pulmonaires et des adénites et dans 7% des cas à des lésions généralisées de type milliaire [60].

- ❖ Entre 1962 et 1971, on décrit encore en Egypte plusieurs enquêtes d'abattoir relevant des taux d'infection entre 12 % et 33 %, ce qui reste non négligeable.
- ❖ Des données issues du Kazakhstan confirment ce phénomène et la prédominance de la tuberculose pulmonaire tant chez le chameau de Bactriane que chez le dromadaire issus des systèmes extensifs en steppes et des fermes laitières [60].
- ❖ En 1983, un cas de tuberculose pulmonaire est rencontré chez un dromadaire à l'abattoir de Nouakchott, vraisemblablement le premier enregistré en Mauritanie [61].
- ❖ Entre 1985 et 1986, un nouveau cas de tuberculose pulmonaire est décrit chez le dromadaire à Nouakchott (Mauritanie) dont l'agent responsable est le *Mycobacterium bovis* [62].
- ❖ En 2009, une étude transversale pour décrire la prévalence et isoler le *Mycobacterium bovis* à l'Est de l'Ethiopie a été réalisée pour la première fois par GEZAHEGNE et al, un taux d'infection de 5,07% été constaté au niveau de l'abattoir de Dire Dawa en Ethiopie [63]
- ❖ En 2011 une deuxième étude réalisée toujours par GEZAHEGNE et al, un taux de 10.04% enregistré à l'abattoir d'Adissa Baba en Ethiopie [64].

#### 2.4. Importance :

C'est une zoonose majeure, constituant ainsi un risque pour la santé publique. Et longtemps qualifiée de "fléau d'élevage", la tuberculose animale revêt une triple importance :

- économique : Les animaux domestiques forment un grand réservoir de bacilles avec l'augmentation de la consommation humaine de lait non pasteurisé dans les pays en voie de développement [65]. De plus, la

tuberculose entraîne des pertes non négligeables en viande et en lait lors de saisies [44].

En Afrique, elle figure parmi les maladies entraînant des pertes estimées à plusieurs millions de dollars annuellement [66].

- réglementaire: la tuberculose animale est une Maladies légalement réputées contagieuses (MLRC), les mesures de prophylaxie (dépistage, abattage) sont réglementées [1].
  
- hygiénique : La tuberculose zoonotique est considérée comme un risque professionnel pour les travailleurs ruraux [67]. Elle est transmise à l'homme par inhalation d'aérosols contaminés (voie respiratoire) ou par ingestion de lait cru ou produits laitiers non pasteurisés [38],[67],[68],[69],[70],[71], de viande ou d'abats contaminés (voie orale) [72] .

## CHAPITRE 3

### EPIDEMIOLOGIE DE LA TUBERCULOSE CAMELINE

L'amélioration de la santé publique humaine est indissociable de celle de la santé publique vétérinaire (l'aspect zoonotique), la protection et le bien-être de l'homme nécessitent l'utilisation des connaissances et de ressources associées à tous ceux qu'intéressent les divers problèmes dans les quels la santé de l'homme peut être mise en cause; notamment l'état des animaux [65].

#### 3.1. Epidémiologie descriptive :

➤ Dans le monde : la tuberculose cameline n'a pas été bien documentée, car très peu de recherches ont été réalisées dans le monde [73]. Par conséquence, peu de données publiées sur l'épidémiologie de la tuberculose des camélidés, Après la première description de la tuberculose par Littlewood en 1888, ce sont seuls les rapports sporadiques qui ont été documentées. En l'occurrence, ceux établis par MASON en 1912, qui publiait ses observations pathologiques sur une série de 20 cas détectés lors de l'inspection dans un abattoir du Caire [74] , en mentionnant dans une description que la maladie a été plus communément observée chez les dromadaires d'élevage et ceux à proximité immédiate de bovins, D'autres observations ont été rapportées à Dubaï, où seulement quatre des cas ont été constatés dans une période d'observation de 25 ans[75]. Cependant, de nombreux cas ont été signalés au cours des dernières années, certains d'entre eux sont associés à une morbidité élevée [76], [77], [78]. Et le nouveau mode d'élevage des dromadaires (l'animal est devenu sédentaire où il est de plus en plus conservé dans des endroits où la tuberculose est endémique) est incriminé dans l'apparition de ces nouveaux cas [78], [79], [80].

➤ En Afrique : La tuberculose cameline a été décrite dans plusieurs pays africains a savoir : Mauritanie, Egypte, Ethiopie.

La tuberculose à *M.bovis* figure parmi les principales maladies entraînant des pertes économiques estimées chaque année à plusieurs dizaines de millions de dollars [81]. La majeure partie des programmes nationaux de lutte contre la

tuberculose animale en Afrique sous-estime la part du *M.bovis* en tant que cause de maladie chez l'homme compte tenu du manque de moyens de diagnostic de pointe, d'où la grande difficulté d'évaluer son impact sur la santé humaine [82].

➤ En Algérie : l'épidémiologie de la tuberculose cameline n'a pas été bien documentée en Algérie car le dromadaire était considéré comme pas très sensible à la tuberculose [75] et l'existence des abattages clandestins complique les études épidémiologiques sur cette espèce ainsi que la tâche des pouvoirs publics [83].

### 3.2. Epidémiologie analytique :

Cette partie consiste en :

#### 3.2.1. Les sources de contagion:

Les sources se résument en :

##### 3. 2.1.1.Les animaux infectés:

La principale source de contagion de la tuberculose est un animal infecté qu'il soit malade ou non. Le rejet de *M.bovis* est précoce, durable, important (surtout dans la forme ouverte) et irrégulier (l'excrétion varie en intensité dans le temps) [84]

Selon WERNERY, les camélidés ayant contracté l'infection après avoir été exposés à des bovins ou à des animaux sauvages infectés [73].

##### 3.2.1.2 Matières virulentes :

###### a) Tissus divers :

- Organes et ganglions : sièges du foyer tuberculeux.
- Sang: la bacillémie est rare et transitoire, elle survient lors d'épisodes aigus et surtout durant la phase terminale de la maladie.
- Muscles, viandes: leur virulence est conditionnée par la proximité du foyer tuberculeux, par la virulence du sang.

###### b) Excrétion :

Le rôle de l'excrétion est variable selon la localisation du processus tuberculeux.

- Jetage, salive, expectorations : provoquent la dispersion dans l'atmosphère d'aérosols responsables d'une transmission aérienne.
- Excréments : parfois très riches en bacilles tuberculeux, en particulier chez le blaireau.
- Lait : virulence du lait lors d'infection mammaire, même en absence de lésion macroscopique
- Urine : virulente lors de tuberculose rénale ou de tuberculose généralisée.
- Lésions cutanées : parfois riches en bacilles
- Sperme : virulent lors de lésions du testicule ou de l'épididyme [59]. Ce cas de figure reste très rare, mais n'est pas impossible [69].
- Sécrétions utérines : importance lors de métrite tuberculeuse (bovins) [59].

### 3.2.2. Modalités de contagion:

Nous devons distinguer les modes de transmission et les voies de pénétration des bacilles tuberculeux dans l'organisme animal.

#### 3.2.2.1. Modes de transmission:

Ils comportent :

a. Transmission horizontale:

Deux types de transmissions :

- Transmission directe : A la faveur de contacts entre individu infecté et individu sain, cohabitation, ingestion par l'animal du lait virulent, contamination vénérienne, contact au pâturage (« mufle à mufle » [59] ).La tuberculose cameline a été observée en cohabitation du dromadaire avec des bovins tuberculeux (système d'élevage mixte égyptien). Ce facteur peut être généralisé aujourd'hui à la plupart des systèmes transhumants où la mixité des espèces semble redevenir la règle en particulier lors des séjours communs en saison sèche, ainsi qu'aux nouveaux systèmes périurbains plus intensifs (logement) [60].
- Transmission indirecte: Par l'intermédiaire des locaux, pâturages, véhicules de transport, aliments (pierre à lécher, front d'ensilage en libre-service), mobilier d'élevage (abreuvoirs, palette d'abreuvoir automatique), eaux

contaminées ou des produits d'origine animale virulents [59]. Ce mode de transmission est fréquent chez le dromadaire lors des pratiques communes d'abreuvement (incorporation de camelins à des troupeaux de bovins et de petits ruminants pour diminuer le risque de pertes par sécheresse) [60]. ainsi que la tuberculose survient chez les dromadaires maintenus utilisant des abreuvoirs collectifs [85].

b. La transmission verticale: Absence de transmission in utero: le jeune issu de mère tuberculeuse naît sain ; isolé dès la naissance, il peut être utilisé pour le repeuplement. En revanche, la transmission à partir d'une mère infectée peut résulter de la buvée colostrale [61].

HUNTER et al, ont signalé que la tuberculose survient par l'ingestion du lait tuberculeux chez le chamelon [85].

en 2007, les scientifiques turcs ont mis en évidence un cas de tuberculose généralisée, chez un veau nouveau-né âgé de 15 jours soupçonné d'origine congénitale (infection par inspiration du liquide amniotique dans l'utérus) [86]. Mais la transmission verticale n'a jamais été réellement prouvée [47].

#### 3.2.2.2 Voies de pénétration :

Les principales voies de pénétration sont :

- Voie respiratoire : la voie principale de pénétration est alors décrite comme respiratoire chez le dromadaire [60]. L'introduction du bacille se fait par inhalation de microparticules qui se déposent dans les alvéoles où les défenses immunitaires sont les plus faibles et par conséquent où les bacilles vont se multiplier [45], [87].
- La voie digestive : Elle est considérée comme secondaire, avec des formes de lésions mésentériques retrouvées en nombre faible. La contamination s'effectue par ingestion d'aliments, comme le lait, l'herbe contaminée par des doses bacillaires massives [88].

- Autres voies: D'autres voies ont été rapportées, à savoir : la voie vénérienne, cutanée, et conjonctivale [89].

### 3.2.2.3. Réservoirs animaux :

Toutes les espèces de vertébrés peuvent être atteintes spontanément par des bacilles tuberculeux [89]. De nombreuses espèces animales sont sensibles aux mycobactéries [90] et à *M.bovis* en particulier [91], [92].

Les bovins constituent le réservoir principal de *mycobacterium bovis* [57], [92], [93]. Des isollements de *M.bovis* ont été faits à partir du dromadaire [62] et serait la mycobactérie la plus fréquemment en cause [61]. La maladie a été signalée chez beaucoup d'animaux domestiques et sauvages [68].

### 3.2.3. Facteur de réceptivité :

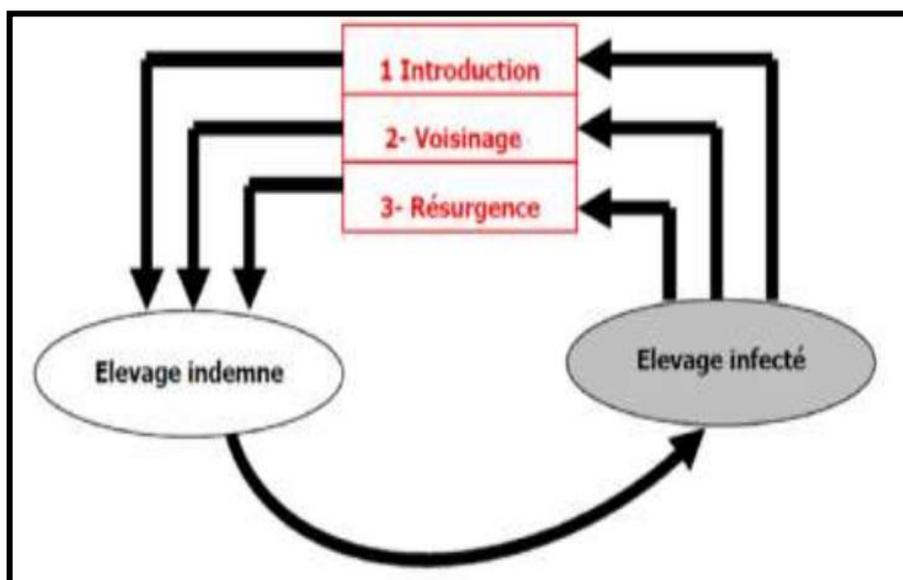
Dans la tuberculose, le « terrain » joue un rôle important dans le développement de l'infection. Par ailleurs, certains facteurs de stress (surmenage, lactation...) peuvent favoriser l'expression clinique de l'infection [59]. Le dromadaire peut développer une tuberculose chronique suite à un stress.

## 3.3. Epidémiologie synthétique:

### 3.3.1. A l'échelon de l'élevage:

On l'évalue par rapport à:

3.3.1.1 : Origine de l'infection : Il existe trois facteurs de risque d'infection d'un élevage(Figure3.1).



**Figure 3.1:** Modèle explicatif de l'origine de la tuberculose dans un élevage bovin [84].

- introduction : achat, prêt, retour d'un animal.
- voisinage: « bon voisinage » prêt, échange de services, de matériel, d'animaux, visites ; «proximité » : contacts directs ou indirects ;
- résurgence: après un précédent foyer de tuberculose, récurrence liée à la persistance de l'infection insidieuse.

L'importance respective de chacun des facteurs de risque dépend des conditions épidémiologiques locales [89].

3.3.1.2. Modalités d'évolution dans l'élevage : L'évolution de la maladie est classiquement sporadique, compte tenu :

Du délai d'incubation, de sa variabilité et du mécanisme de propagation dans la population, par la transmission entre les individus; celle-ci est d'autant facilitée que les animaux excréteurs ne sont le plus souvent pas détectés cliniquement et que la transmission aérienne et digestive est d'une redoutable efficacité, conjuguée à la répétition des contaminations résultants de la cohabitation [89].

L'évolution peut être explosive, à la suite de la contamination d'un grand nombre d'animaux à une source commune particulièrement contagieuse [89], ainsi que les élevages mixtes et les systèmes des puits collectifs utilisés comme source d'abreuvement chez le dromadaire favorisant l'apparition de la maladie [85].

Selon ARCHIBALD et LEESE annoncent que la vie en plein air que mène le dromadaire le protégerait de l'infection tuberculeuse, et que ce seraient la sédentarisation et le confinement qui l'y prédisposeraient à l'infection tuberculeuse [94], [95].

## CHAPITRE 4

### ETUDE DE L'AGENT ETIOLOGIQUE

4.1. Classification des mycobactéries: Les agents de la tuberculose appartiennent à : [66]

- la classe : *Corynebacterinae*
- l'ordre : *Actinomycétales*
- la famille : *Mycobacteriaceae*.
- Le genre : *Mycobacterium* est l'unique genre de cette famille, il comporte actuellement 158 espèces

Toutes les mycobactéries n'ont pas les mêmes caractéristiques de structure, notamment pour la membrane, et de croissance ce qui implique différents types de pathogénies possibles et leur classement en trois groupes distincts [96].

Les mycobactéries pathogènes (*M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis*, *M. caprae*), les mycobactéries opportunistes et les mycobactéries saprophytes [97].

Ces deux dernières catégories sont qualifiées d'atypiques ou non tuberculeuses [96].

#### a) Mycobactéries pathogènes :

Les mycobactéries pathogènes sont typiquement scindées en deux catégories selon qu'elles appartiennent ou non au « Complexe *Mycobacterium tuberculosis*».

#### b) Mycobactéries opportunistes :

Ces mycobactéries peuvent provoquer des maladies peu ou pas contagieuses, donnant lieu à des formes habituellement bénignes, cliniquement identiques à la tuberculose chez l'Homme et les bovins [68].

#### c) Mycobactéries Saprophytes :

Elles sont très nombreuses dans la nature: eau, sol, herbe, tube digestif, peau, muqueuses et lait [98]. Ils sont très rarement responsables de l'infection [99].

Le tableau ci-dessous montre une comparaison entre les trois groupes de mycobactéries.

**Tableau 4.1:** Comparaison sommaire entre les trois groupes de mycobactéries

| <b>Caractères</b>                         | <b>Pathogènes</b> | <b>Opportunistes</b>              | <b>Saprophytes</b> |
|---|-------------------|-----------------------------------|--------------------|
| pouvoir pathogène                         | marqué            | formes habituellement<br>bénignes | faible             |
| Contagiosité                              | forte             | faible                            | quasi-nulle        |
| lésions tuberculeuses<br>caractéristiques | oui               | oui                               | oui                |
| Pouvoir allergène                         | oui               | oui                               | oui                |
| Culture sur milieux<br>spécifiques        | oui               | oui                               | oui                |

Il apparaît que les mycobactéries opportunistes et saprophytes, peuvent poser un problème non par leur pouvoir pathogène et leur contagiosité faible, mais par leurs ressemblances avec les mycobactéries pathogènes et donc présenter des risques d'interférences dans les méthodes de dépistage [98].

Les principales mycobactéries actuellement connues sont rapportés dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Principales mycobactéries

| Noms d'espèce                              | Signification pathologique                   |
|--|--|
| <b><u>Mycobactéries pathogènes</u></b>     |  |
| Complexe <i>M. tuberculosis</i>            |  |
| <i>M. tuberculosis</i>                     | ++++ Homme, autres mammifères.               |
| <i>M. bovis</i>                            | ++++ Bovins, autres mammifères.              |
| <i>M. caprae</i>                           | +++ Caprins, bovins, animaux sauvages        |
| <i>M. microti</i>                          | + Micromammifères, chat, lama, chien, Homme. |
| <i>M. africanum</i>                        | ++++ Homme, singe                            |
| <i>M. bovis</i> (BCG)                      | 0 : souche vaccinale modifiée                |
| Complexe M.A.C.                            |  |
| <i>M. avium-intracellulare</i>             | ++++ Oiseaux                                 |
| <i>M. hominisuis</i>                       | +++ Porcs, Homme                             |
| <i>M. avium paratuberculosis</i>           | ++++ Ruminants (Maladie de Johne)            |
| <i>M. leprae</i>                           | ++++ (Lèpre humaine)                         |
| <i>M. lepreamurium</i> + (Lèpre murine)    |  |
| <i>M. farcinogenes</i> + (Farcin du boeuf) |  |
| <b><u>Mycobactéries Opportunistes</u></b>  |  |
| Complexe M.A.C.                            |  |
| <i>M. avium-intracellulare</i>             | ± Homme.                                     |
| <i>M. chelonae</i>                         | ±  |
| <i>M. fortuitum</i>                        | +  |
| <i>M. gordonae</i>                         | ±  |
| <i>M. intracellulare</i>                   | +  |
| <i>M. kansasii</i>                         | +  |
| <i>M. marinum</i>                          | +  |
| <i>M. ulcerans</i>                         | +  |
| <i>M. xenopi</i>                           | +  |
| <b><u>Mycobactéries Saprophytes</u></b>    |  |
| <i>M. flavescens</i>                       | -  |
| <i>M. gastri</i>                           | -  |
| <i>M. phlei</i>                            | -  |
| <i>M. smegmatis</i>                        | -  |
| <i>M. terrae</i>                           | -  |
| <i>M. vaccae</i>                           | -  |

Source : polycopié du cours de maladies contagieuses [46].

Selon le tableau 4.2, on distingue deux complexes majeurs au sein du genre *Mycobacterium* :

a. le « complexe *Mycobacterium tuberculosis* » :

Il comporte un nombre croissant de membres (*M. bovis*, *M. tuberculosis*, *BCG*, *M. caprae*, *M. africanum*, *M. canitti*, *M. microti*, *M. pennipidii*) [100].

- ❖ *M. tuberculosis* : est l'agent de la tuberculose humaine contagieuse et même les animaux domestiques peuvent occasionnellement être contaminés [101].
- ❖ *M. bovis* : n'est pas spécifique aux bovins, il peut infecter de nombreux autres mammifères domestiques ou sauvages et l'homme [102]. il est aussi le bacille tuberculeux retrouvé chez le dromadaire [62] et même le chameau [103] .Ce genre appartient au complexe très homogène sur le plan génétique [100].
- ❖ *M.caprae* : C'est un agent responsable de la tuberculose caprine mais aussi bovine [104] ; il a été détecté chez le *Camelus dromedarius* [105] initialement identifié à partir d'un isolat de chèvre en 1999 par ARANAZ et ses collaborateurs qui l'avait nommé *Mycobacterium tuberculosis subsp.caprae* [106]. puis il a été reclassé sous le nom de *M.bovis subsp.caprae* [56].
- ❖ BCG c'est un vaccin qui provient d'une souche de *Mycobacterium bovis*, après de multiples repiquages sur pomme de terre biliée et glycinée. La virulence de la souche s'est atténuée, probablement par sélection d'un mutant non virulent.

#### b. le « Complexe Mycobacterium non *Tuberculosis*»CMNT :

Ce sont des bactéries présentes naturellement dans l'environnement à la différence du complexe *tuberculosis*. Certaines MNT et *M.avium* en particulier ressemblent à *M.bovis* et peuvent entraîner des biais dans les tests de diagnostic [100].

#### 4.2. Caractéristique des mycobactéries :

##### 4.2.1. Caractères bactériologiques :

Selon RASTOGI *et al*, la définition du genre *Mycobacterium* se base sur 3 critères : [96].

- L'acido- alcoolo- résistance.
- La structure des acides mycoliques.

- Le contenu en guanine- cytosine (GC%) de l'ADN.
  - ❖ L'acido- alcool- résistance : La propriété de ce genre est la capacité de leur paroi cellulaire à résister à la décoloration par l'acide et l'alcool, d'où le terme de bacille alcool-acido-résistant (BAAR).

Cette propriété d'acido-alcool résistance est utilisée pour l'examen direct des mycobactéries par des colorations particulières: coloration de *Ziehl-Neelsen* (utilise la fuchsine) et la coloration de Degommier (utilise l'auramine) [84].

- ❖ La structure des acides mycoliques : Les acides mycoliques sont des acides gras à longues chaînes carbonées (entre 80 et 90 atomes de carbones chez les mycobactéries), isolés de la fraction lipidique après une saponification prolongée (80 heures). Bien que d'autres genres bactériens présentent des acides mycoliques, seuls les mycobactéries peuvent en synthétiser porteurs de fonctions oxygénées supplémentaires (groupes méthoxyl, carboxylique, cétone) [107].
- ❖ Le contenu en guanosine-cytosine (G+C%) de l'ADN : Le génome des mycobactéries possède un contenu en bases GC élevé, en moyenne 65,6 %, à l'exception de *M. leprae* avec 57.8% [107]. Là encore, d'autres familles bactériennes contiennent un pourcentage en GC proche de celui des mycobactéries.

#### 4.2.2. Caractère Morphologiques :

Le genre *Mycobacterium* fait partie du groupe des Actinomycètes contenant des acides mycoliques, ses membres se présentent sous :

- forme de fins bâtonnets droits ou légèrement incurvés (CF. figure 4.1)
- immobiles
- non sporulés
- non capsulés
- La taille est de 1 à 10 µm de long et de 0,2 à 0,6µm de diamètre.
- absence de flagelle ou d'autre appendice de type pili ou fimbriae [108].
- *M.bovis* est un bacille trapu, immobile, granuleux [64].



**Figure 4.1** : Morphologie des mycobactéries observées avec microscope à bailliage [109]

Ces caractéristiques morphologiques sont semblables pour toutes les mycobactéries et ne permettent donc pas de les distinguer les unes des autres. Le recours à d'autres moyens (caractères cultureux, biochimiques ou génétiques) est nécessaire afin d'identifier l'espèce en cause [110].

#### 4.2.3. Caractères cultureux :

Les mycobactéries se différencient entre elles par leurs caractères cultureux selon le groupe de mycobactéries, la croissance est rapide ou lente, les colonies pigmentées ou non et le milieu utilisé est plus ou moins exigeant [1].

Les bactéries de ce genre possèdent les caractères culturels suivants :

- ✓ ils sont des bactéries aérobies strictes (*M.tuberculosis*) ou micro-aérophiles (*M.africanum* ou *M.bovis*).
- ✓ La plupart des mycobactéries (excepté *M. smegmatis* et *M. fortuitum*) ne sont pas capables de croître sur les milieux bactériologiques usuels et nécessitent l'emploi de milieux spéciaux, tels que le milieu de LOWENSTEIN-JENSEN enrichi de 0,2% de pyruvate et le milieu de COLETOS) [59].
- ✓ Ce sont des bactéries à multiplication lente (temps de multiplication de 20 heures)[111], pour cela les cultures se développent lentement: 10 jours à 2

mois selon le type de bacille tuberculeux (elles se différencient ainsi de certaines mycobactéries dites à croissance rapide formant des colonies visibles en moins de 7 jours) [59].

- ✓ la culture nécessite une température d'incubation 35 à 37°C.
- ✓ Les colonies sont non pigmentées, mates, peu bombées et souvent irrégulières.

L'étude morphologique des colonies obtenues permet une première identification des mycobactéries, On peut noter que :

- *M. tuberculosis* donne des colonies lisses et crèmes sur les jeunes cultures qui atteignent 5mm de diamètre et deviennent beige et rugueuses, à bord irréguliers en « chou-fleur » dites « eugoniques » (Cf. figure 4.2)
- *M. bovis* donne de petites colonies plates (1-2mm), blanchâtres, brillantes et lisses « dysgoniques » (Cf. figure 4.3).
- *M. africanum* donne des petites colonies d'aspect rugueux, crème, mates, avec un bourgeon central (aspect en « tache de bougie ») et à croissance « dysgonique » [112].

-sensibilité des mycobactéries : ils sont sensibles à :

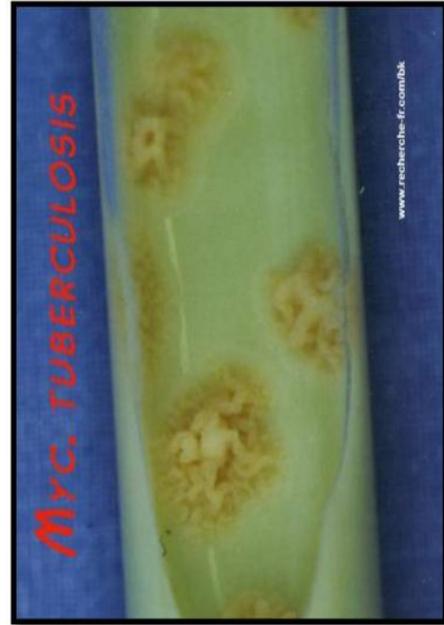
- la chaleur (20 minutes à 60°C, 20 secondes à 75°C).
- la lumière.
- aux rayons X et aux UV.

-résistance des mycobactéries : Ces bactéries résistent :

- au froid
- à la dessiccation
- aux acides et aux bases diluées.
- sont beaucoup plus résistantes que les bactéries usuelles aux antiseptiques et désinfectants chimiques.
- Les mycobactéries peuvent demeurer vivantes plusieurs jours dans des produits contaminés [59].



**Figure 4.2 :** Colonies de *M. bovis*  
[82]



**Figure 4.3 :** Colonies de *M. tuberculosis*  
[82]

#### 4.2.4. Caractères biochimiques:

L'étude des caractéristiques biochimiques repose essentiellement sur la recherche de la production d'acide nicotinique, de nitrate réductase et de catalase (cf tableau 4.3).

- *M. tuberculosis*: accumule de l'acide nicotinique (test à la niacine positif), croît en présence de TCH (acide thiophène dicarboxylique), est positif au test de la nitrate réductase et possède une catalase thermolabile.
- *M. bovis*: ne croît pas en présence de TCH, il est négatif aux tests de la niacine et de la nitrate réductase et possède une catalase thermolabile.

**Tableau 4.3** : Caractères de différenciation des espèces Mycobactériennes

| <i>Mycobacterium</i>            | <i>M.tuberculosis</i> | <i>M.bovis</i> | <i>M.africanum</i> | <i>M. atypique</i>    |
|---------------------------------|-----------------------|----------------|--------------------|-----------------------|
| Aspect colonies*                | Rugueux               | lisse          | Rugueux            | Rugueux /lisse        |
| Pigmentation*                   | Non pigmenté          | Non pigmenté   | Non pigmenté       | Pigmenté/non pigmenté |
| Délais de culture*              | 20à 28jour***         | 30à60 jours    | 30à60jours         | 4à30jours ou plus     |
| Niacine*                        | +                     | -              | +/-                | -                     |
| Nitrate réductase*              | +                     | -              | +/-                | +/-                   |
| Catalase à 22C°                 | +                     | +              | +                  | +                     |
| Catalase à 68c°                 | -                     | -              | -                  | +                     |
| Croissance en présence de TCH** | +                     | -              | +/-                | +                     |
| Croissance en présence de PNB** | -                     | -              | -                  | +                     |

TCH : Hydrazide de l'acide Thiophène 2 Carboxylique,.PNB : acide Para Nitro-benzoique [113] ;\*\*[114] ; \*\*\*\*[115] ;\*\*\*\*\*[55].

## CHAPITRE 5

### ETIOPATHOGENIE, SYMPTOMES ET LESIONS

La tuberculose affecte de nombreux animaux vertébrés, les camélidés ne sont pas considérées comme très sensibles [74], mais ces dernières années des préoccupations sont posées sur la tuberculose chez les camélidés du Nouveau Monde [78].

#### 5.1. Etiologie :

La tuberculose cameline est provoquée par *Mycobacterium bovis* qui est la cause la plus fréquente de la tuberculose chez cette espèce [116] .D'autres espèces aussi ont été isolées à partir des camélidés tel que : *M. tuberculosis*, *M. pinnipedii*, *M. caprae* et *M. microti* [117].

Les mycobactéries atypiques ont été également isolées à partir des camélidés; pour *M. kansasii* a été associé à des signes cliniques et des lésions pathologiques similaires à celles de la tuberculose classique [117].

#### 5.2. Pathogénie :

La pathogénie de cette zoonose semble être schématiquement la même quelle que soit l'espèce hôte, bien qu'il soit évident que certains points diffèrent selon l'espèce en cause [1].

Elle est conditionnée par un certain nombre de facteurs qualitatifs et quantitatifs.

- pouvoir pathogène du bacille ;
- réceptivité et la sensibilité de l'hôte ;
- voie de pénétration du bacille.

Le pouvoir pathogène est caractérisé par deux étapes, une étape primaire de primo-infection, puis une étape de tuberculose secondaire.

a)La primo-infection ou l'étape primaire (quelques semaines) :

Après pénétration dans l'organisme, les bacilles tuberculeux sont phagocytés par les macrophages, une partie résistent à la lyse macrophagique et se multiplient dans les cellules qui les ont phagocytés [98].

Cette multiplication locale conduit en 8 à 15 jours à la formation d'une lésion initiale : le chancre d'inoculation.

Cette lésion se double, à la faveur du drainage lymphatique des bacilles, d'une lésion tuberculeuse du nœud lymphatique locorégional (loi de l'adénopathie satellite de PARROT) [118].

Le complexe primaire peut évoluer selon trois modes différents :

- ❖ La stabilisation avec un « réveil » possible des bactéries après un délai plus ou moins long.
- ❖ La guérison avec destruction des bacilles et cicatrisation des lésions.
- ❖ La généralisation précoce avec multiplication active des bactéries et embolisation [98].

Cette généralisation peut évoluer selon deux modalités, généralisation :

- ❖ Aigue précoce : Diffusions massives de bacilles tuberculose miliaire aiguë, aboutissant à la mort.
- ❖ Précoce ralentie: Diffusion par vagues successives, stabilisation possible, tuberculose de surinfection [59].

La généralisation précoce ralentie est la forme la plus fréquente chez les carnivores, le cheval, le porc et la poule [65].

#### b) La tuberculose secondaire :

Elle résulte d'une prolifération de proche en proche, au niveau de la zone d'atteinte primaire, les lésions sont regroupées dans un seul organe: c'est la tuberculose chronique d'organe.

Ces lésions sont le plus souvent caséuses, peuvent s'ouvrir sur une voie de drainage naturelle (tube digestif, bronches...) donnant des formes ouvertes, cette forme peut se stabiliser mais tend fréquemment à se généraliser, une

coexistence de lésions aiguës et des lésions plus anciennes est d'ailleurs souvent observée [98].

### 5.3. Symptômes :

La tuberculose est une maladie débilitante, les signes cliniques passent souvent inaperçus, pendant longtemps. L'animal tuberculeux conserve toutes les apparences d'une santé parfaite [98], la symptomatologie se caractérise par :

- Une évolution lente et progressive, s'étendant sur des mois voire des années.
- La survenue de poussées aiguës, peuvent accélérer et/ou aggraver l'évolution.
- L'existence de formes asymptomatiques [39].

Elle se caractérise par une grande diversité de manifestations chez toutes les espèces [65], elle se caractérise par les symptômes suivants :

Perte de poids chronique [57]. Anorexie, détresse, hypertrophie des ganglions lymphatiques superficiels, décubitus et la mort qui suivent [78], [119], [120].

Les animaux sont parfois retrouvés morts avec aucun signe clinique précédent [82],[84]. En effet, différents aspects cliniques liés à la localisation des lésions peuvent être observés. Les localisations les plus connues sont :

- ❖ Pulmonaire qui se manifeste par une toux sèche puis grasse accompagnant alors un jetage muco-purulent jaunâtre.
- ❖ Mammaire se traduisant à un stade avancé, par une hypertrophie de l'organe qui devient dur et indolore (grosse mamelle de bois) [44].
- ❖ Intestinale ; c'est une forme généralement asymptomatique ou s'accompagne d'une entérite chronique [121], ou alternance de constipation et de diarrhée [122].
- ❖ Génitale : se caractérise chez le male par une vaginalite ou vaginalo-orchite à évolution lente et chez la femelle par une métrite chronique [121].

On peut noter autres localisations de la tuberculose sur : les séreuses, la plèvre, le péritoine, le foie, les nœuds lymphatiques, aussi des formes osseuses, méningées et musculaires, des adénopathies tuberculeuses, associées aux lésions des organes correspondants [47].

#### 5.4. Lésions:

La tuberculose est une maladie caractérisée par une période d'incubation lente, d'évolution chronique et par la formation de granulome nodulaire ou tubercule [121], [123].

Les lésions caractéristiques de la tuberculose se rencontrent le plus fréquemment dans les poumons, les nœuds lymphatiques rétro pharyngiens, bronchiques et médiastinaux et même mésentériques, ainsi que le foie, la rate, sur les membranes séreuses, et dans les autres organes [122].

Chez le dromadaire, les organes les plus affectés par les lésions tuberculeuses sont les poumons associés aux ganglions lymphatiques thoraciques (Cf. Figure 5.1) [73], ainsi que le parenchyme pulmonaire, la plèvre diaphragmatique, le péricarde [62].

Autres tissus affectés inclus le foie, la rate, les reins, la trachée [74].



**Figure 5.1** : pleurésie granulomatoses chez un dromadaire atteint de tuberculose pulmonaire [73]

La recherche de ces lésions se fait généralement lors des inspections aux abattoirs, la plupart des cas de tuberculose chez les camélidés se caractérisent par des granulomes tuberculeux connus comme « tubercules » [64], son aspects varie sur :

- Le plan macroscopique et selon leur stade évolutif, les tubercules sont gris, miliaires, caséux (occupé par un centre blanc jaunâtre), caséo-calcaires ou fibreux.

Il peut y avoir des infiltrations (territoire ou un organe) et épanchements tuberculeux étendus liés à un exsudat inflammatoire (les cavités séreuses, parfois les articulations ou les méninges) [47].

- le plan microscopique, le tubercule est formé d'un centre nécrotique homogène appelé caséum, entouré de cellules neutrophiles et épithélioïdes, de quelques cellules géantes et de petits lymphocytes [47]. Tout ceci pouvant subir une fibrose périphérique [44].

## CHAPITRE 6

### DEPISTAGE ET DIAGNOSTIC DE LA TUBERCULOSE

#### 6.1. Dépistage

La recherche des animaux tuberculeux en élevage est fondée sur le diagnostic clinique et allergique de la maladie [124].

Le principe du dépistage allergique repose sur la détection d'une réaction d'hypersensibilité retardée (H.S.R.), c'est la méthode la plus couramment employée à travers le monde, elle consiste à mettre en évidence une réaction d'hypersensibilité par injection intradermique d'une substance extraite de culture de bacilles tuberculeux appelée tuberculine [70].

-La tuberculine : est une substance extraite d'une culture de bacille tuberculeux, capable de révéler l'état d'hypersensibilité retardée d'un organisme infecté et ce, à des doses ne provoquant aucune réaction chez des sujets sains, et incapables de les sensibiliser. Il s'agit d'un allergeo-haptène, également appelé **PPD** (Purified Protein Derivated) [59]

#### 6.1.1 Méthodes de tuberculation

La seule technique utilisable est l'intradermotuberculation (IDT)  
A l'échelle internationale, la méthode officielle de dépistage de la tuberculose chez les camélidés est le TST (tuberculin skin test).

Le **TST** : est le seul test tuberculinique intradermique comparatif utilisé et le site d'inoculation est l'aisselle [70] Pour ce test réglementaire, les dérivés de protéines purifiées de bovins et tuberculine aviaire (chacun 0,1 ml) sont injectés chez le dromadaire dans une zone de l'aisselle rasée. L'épaisseur de la peau est mesurée immédiatement avant et 72 heures après les injections (Figure 6.1). Cependant, chez le dromadaire la réponse la plus puissante pour le test tuberculinique a été détectée lorsque l'épaisseur de la peau est lue cinq jours après injection de tuberculine [125].

Un résultat positif est indiqué par une augmentation de l'épaisseur de la peau à l'endroit de la tuberculine bovine qui est supérieure à l'augmentation du site de la tuberculine aviaire.



**Figure 5.1** : Test intradermique au niveau de l'épaule d'un dromadaire [73].

Certains rapports indiquent que le TST a une raisonnable sensibilité et spécificité, alors que d'autres indiquent une faible valeur prédictive [126], [127], il est devenu évident que tout programme pour contrôler la tuberculose caméline est basée uniquement sur le TST face à de sévères limitations. Il est nécessaire de stimuler la recherche sur les tests à base de sang, des tests sérologiques [126].

## 6.2. Diagnostic:

Pour confirmer une suspicion de tuberculose (épidémiologique, clinique, nécropsique ou lors de test de routine), il est indispensable de pouvoir mettre en évidence la présence de bacilles tuberculeux [124], pour cela le diagnostic comporte plusieurs étapes :

### 6.2.1. Diagnostic clinique :

Une détection de la maladie basée sur le seul diagnostic clinique est insuffisante en raison de la fréquence de l'infection inapparente [59] une bonne

confirmation oblige à mettre au point de nouveaux instruments de diagnostic [127].

### 6.2.2. Diagnostic nécropsique

Il est basé sur :

L'association de l'atteinte des organes; des ganglions correspondants et l'observation de la lésion de base: le tubercule [128].

Chez le dromadaire les réactions ganglionnaires pourraient n'être pas la règle. L'intense prolifération de lésions fibreuses, dures et blanches, serait le mode de réaction classique du poumon à l'agression tuberculeuse [61].

### 6.2.3. Diagnostic expérimental

Il se base sur le :

#### 6.2.3.1. Diagnostic bactériologique

Qui comporte deux examens : La bacilloscopie et la bactériologie.

##### a)La bacilloscopie :

L'examen microscopique d'un produit pathologique est la première étape du diagnostic bactériologique de la tuberculose et parfois la seule dans les pays en voie de développement, il permet la mise en évidence de bacilles tuberculeux après coloration [113].

D'après ces auteurs ARCHIBALD, LEESE les bacilles acido-alcoolo-résistants des lésions peuvent ne pas être vus, à l'examen microscopique chez le dromadaire [94], [95]

Les méthodes de coloration pratiquées sur des calques ou dans les broyats d'organes tuberculeux sont classiquement au nombre de deux:

- coloration de *Ziehl-Neelsen*
- coloration par l'auramine-rhodamine [113].

Ces colorations ne sont pas spécifiques de *M. bovis* et manquent de sensibilité (notamment lorsqu'il y a peu de bactéries dans les lésions) [98].

✓ Coloration de ZIEHL-NELSEEN

Selon CHARTIER et al dans une étude réalisée à l'abattoir de Nwakchott, ont indiqué que La coloration de *Ziehl-Nelsen* n'a permis d'observer aucun bacille acido-alcool-résistant dans les différentes lésions chez le dromadaire [64].

Cette technique comporte une coloration des frottis par la fushine phéniquée à chaud ou à froid, une décoloration par l'acide et de l'alcool à 90°et Une contre coloration au bleu de méthylène [113].

Cette technique révèle le caractère acido-alcool-résistant des bacilles (B.A.A.R), [129], Ces derniers apparaissent colorés en rouge sur fond bleu au grossissement  $\times 100$ (Cf. Figure 6.2) [47], [114].

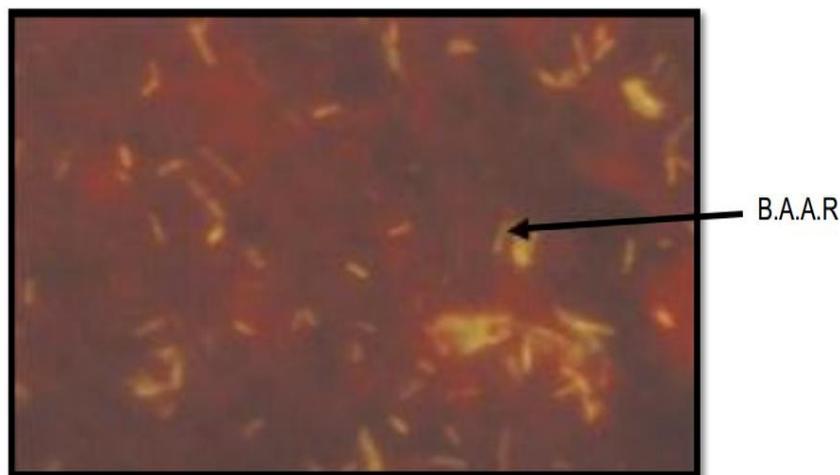


**Figure 6.2** : B.A.A.R colorés par la méthode de *Ziehl-Nelseen* [124].

✓ Coloration par l'auramine :

La coloration repose sur le même principe que celle de *Ziehl Nelseen* mais les lames sont examinées au microscope à fluorescence [131].

Elle consiste à mettre au profit l'absorption non spécifique de fluorochrome sur la paroi des mycobactéries, les bacilles apparaissent jaunes fluorescents sur fond rouge (Cf.figure 6.3) [47].



**Figure 6.3** : Coloration des B.A.A.R par la méthode à l'auramine [113].

#### b) Bactériologie

La culture est beaucoup plus sensible que l'examen microscopique [132], ainsi que la spécificité de la culture est considérée de 100%, sa sensibilité n'est pas parfaite et peut être influencée, par la qualité du prélèvement [133].

Elle peut se réaliser à partir de prélèvements de diverses natures mais nécessite le plus souvent une phase de décontamination avant l'ensemencement [134]. Cette décontamination est liée au fait que d'autres germes poussent sur les mêmes milieux [1].

On utilise des milieux de culture tel que :

- des milieux spéciaux de :
  - Lowenstein-Jensen : Il a comme composition des sels minéraux, de l'asparagine, de la glycérine (0,75%), du vert malachite (un antiseptique) et de l'œuf. Il est solidifié par coagulation à 85°C pendant 50 minutes. La méthode d'ensemencement dans ce milieu dépend du produit pathologique que l'on veut mettre en culture [65]. Le milieu de Lowenstein-Jensen enrichi de 02 à 04% de pyruvate de sodium favorise la croissance de *M.bovis* [8]. les colonies de ce dernier s'y développent

en plus d'un mois. Il est recommandé de toujours ensemercer plusieurs tubes de milieu de culture, de les examiner chaque semaine pendant au moins 2 mois et, si possible, 3 mois avant de les déclarer négatifs [135].

- Coletsos : permet une culture rapide et abondante avec des colonies plus volumineuses que sur Lowenstein-Jensen. C'est un milieu beaucoup plus riche que ce dernier. Il permet l'isolement des mycobactéries particulièrement exigeantes (*M.bovis*) [115].
- Les milieux gélosés : Ce sont des milieux transparents qui doivent être incubés sous 5 à 10% de CO<sub>2</sub> dans des sacs plastiques pour conserver l'humidité [115]. Ils permettent de détecter les colonies en 21 jours en moyenne [136].
- Les milieux liquides : La croissance microbienne est mise en évidence, soit par la mesure de la consommation d'oxygène, soit par la mesure de la production d'anhydride carbonique. En effet, l'utilisation des milieux liquides ne permet ni l'observation ni le dénombrement des colonies [113]. Parmi ces milieux, on note :

-Le milieu BACTEC : Il s'agit d'un liquide contenant de l'acide palmitique marqué au carbone 14 comme source de nutriments [65] le principe du milieu est de mesurer le CO<sub>2</sub> marqué au carbone 14 (14C) libéré par les mycobactéries au cours de leurs multiplications dans le milieu liquide contenant de l'acide palmitique marqué au 14C. Le Bactec® 460 mesure la quantité de 14CO<sub>2</sub> et le traduit sous une forme numérique appelée GI (Growth Index) proportionnelle au nombre de bactéries et à leur taux de croissance [114].

-Le tube MGIT® (Mycobacteria Growth Indicator Tube). Le milieu Middle brook 7H9 contient un composé fluorescent (sel de Ruthénium) incorporé à de la silicone au fond du tube ou du flacon. Ce dernier émet une lumière fluorescente lorsque la pression partielle d'oxygène diminue (la croissance des micro-organismes dans le milieu provoque une consommation d'oxygène) [114].

### c) Identification

L'identification des isolats est habituellement effectuée par détermination des propriétés culturales et biochimiques.

- ❖ Propriétés culturales: Sur un milieu solide à base de pyruvate approprié, les colonies de *M. bovis* sont lisses et de couleur blanc cassé (chamois). Les organismes poussent lentement à 37°C, mais ne poussent pas à 22°C ou 45°C [122].
- ❖ Propriété biochimique : Les tests biochimiques permettent de faire la distinction entre bacilles du complexe *tuberculosis* et mycobactéries non tuberculeuse [132], [135]. L'identification biochimique regroupe principalement 4 tests: la niacine, la nitrate réductase, la recherche de l'activité catalasique après chauffage pendant 20minutes à 68°C et de sensibilité à l'hydrazide de l'acide thiophène-2-carboxylique (TCH) (Cf. tableau 4.3) [114].

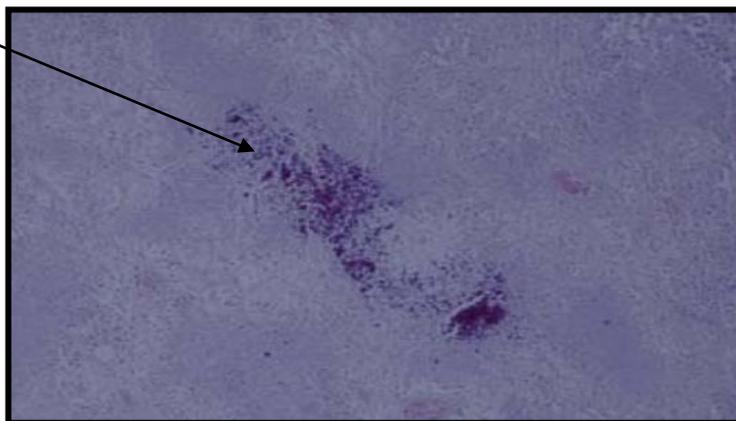
La sensibilité et la spécificité de la croissance en présence de PNB pour l'identification du complexe *Mycobacterium tuberculosis* étaient 97.8% et 100% respectivement. La sensibilité de la croissance en présence de TCH était 100%.La spécificité est demeurée de dessous et d'autres études étaient nécessaires [137].

#### 6.2.3.2. Diagnostic histopathologique:

Il est fondé sur la recherche de la lésion microscopique fondamentale de la tuberculose; il ne permet pas, toute fois, de différencier la tuberculose des autres mycobactérioses, il est mis en œuvre presque exclusivement à partir de tissus lésés prélevés sur le cadavre pour préciser le diagnostic [117]. Les lésions sont formées d'une zone centrale regroupant des bacilles, L'analyse histologique révèle des cellules mononuclées et des cellules géantes avec souvent un phénomène de nécrose. Cette zone est entourée de fibroblastes et de lymphocytes. L'infiltration par des cellules mononuclées, des cellules géantes et des lésions granulomateuses est caractéristique de la tuberculose [65].

L'histopathologie des poumons du dromadaire représenté sur la figure 6.4 indique de grands granulomes nécrotiques centraux calcifiés. Les cellules géantes ont été signalées sauf par ZANOLARI P et al [138].

Granulome central



**Figure 6.4** : granulome central dans un poumon d'un dromadaire.

#### 6.2.3.3. Diagnostic sérologique

De nouvelles épreuves sérologiques de diagnostic sont devenues disponibles [139]. Ce sont des tests basés sur la détection d'anticorps spécifiques dirigés contre des antigènes Mycobactériens [140]. Ils sont habituellement utilisés comme épreuves auxiliaires pour confirmer ou infirmer les résultats d'une épreuve cutanée intradermique [122]. Différentes réactions sont utilisées, la réaction de :

- Fixation du complément.
- Hemagglutination passive.
- Kaolinoagglutination.
- Test ELISA [141]: (Enzyme-Linked Immuno sorbent Assay) a été la plus fréquemment utilisée [142].

L'interprétation de ces tests demeure extrêmement délicate voire franchement controversée [141].

Les tests sérologiques les plus récents utilisés chez le dromadaire comprennent l'impression multi-antigène immunologique MAPIA (Multi Antigen Print Immuno Assay) [142]. C'est une technique permettant d'imprimer sur un support linéaire, (nitrocellulose) une série importante d'antigènes mycobactériens purifiés et de tester la présence de différents anticorps en une seule fois

[128], ainsi que le vét tuberculose Stat-Pak ou rapide test est un appareil portable à flux latéral, qui fait des analyses chromatographiques. Il détecte les camélidés infectés par le complexe *Mucobactérium Tuberculosis*, mais une validation supplémentaire est encore nécessaire avant qu'ils puissent être utilisés de manière fiable pour le diagnostic [78], [120], [125], [126].

#### 6.2.3.4. Diagnostic allergique

Il est réalisé de façon systématique dès la suspicion de la maladie au niveau du troupeau. Le diagnostic allergique repose sur la détection d'une réaction d'hypersensibilité retardée (H.S.R) qui s'est développée, chez l'animal infecté, à l'égard du bacille tuberculeux [118].

#### 6.2.3.5 Diagnostic moléculaire

Aujourd'hui, on dispose d'outils moléculaires qui permettent de fournir un diagnostic plus rapide et plus fiable. Ainsi, la détection par amplification génétique des espèces du complexe *tuberculosis* peut être directement effectuée à partir d'échantillons cliniques [143], de même qu'ils peuvent constituer une aide précieuse pour la caractérisation épidémiologique d'une infection [144].

##### a) L'amplification en chaîne par polymérase (PCR)

C'est une méthode alternative pour la détection directe, Plus sensible que la bactériologie, elle est très spécifique et permet de compléter l'analyse bactériologique, notamment pour les prélèvements détériorés, inexploitable en mycobactériologie classique [145].

Contrairement à la bactériologie qui permet de détecter la présence de *M. bovis* viable, la PCR met en évidence son matériel génétique, de même que les résultats de cette méthode sont plus rapides à obtenir mais il dépend de la maîtrise de la technique par le laboratoire.

##### b). Typage génétique

Le génotypage permet d'étudier l'origine de l'infection et les profils de transmission et de dispersion de la maladie [146].

De nombreuses techniques de typage moléculaire des Mycobactéries du complexe *tuberculosis* ont été montrées.

Trois se sont prescrites à savoir [147]:

❖ Le spoligotypage

Ou typage oligonucléotidique des espaceurs du locus Direct Repeat (DR), Cette méthode est la plus utilisée pour la caractérisation des souches de *M. bovis*. Elle peut éventuellement être utilisée pour l'identification d'une espèce du complexe *M. tuberculosis* et la différenciation des souches à l'intérieur de chaque espèce appartenant à ce complexe [148], peut aussi distinguer *M. bovis* de *M. tuberculosis* [149].

❖ RFLP ou Restriction Fragment Length Polymorphism

Cette technique est basée sur le polymorphisme généré par la variabilité du nombre de copies et des positions sur le chromosome de la séquence d'insertion IS6110. En effet, La capacité de discrimination de celle-ci est liée au nombre de séquences IS6110 et qu'en particulier, les souches contenant un faible nombre sont mal distinguées [147].

❖ Technique VNTR ou Variable Number Tandem Repeat:

C'est une technique qui utilise la totalité du génome .Elle consiste à amplifier par PCR des locus génomiques qui contiennent des séquences répétées en tandem en nombre variable (VNTR) suivant les souches, elle est plus discriminante que les deux autres techniques précédemment citées,[147] cette technique a été utilisée la première fois en Algérie par Sahraoui en 2009.

## CHAPITRE 7

### TRAITEMENT ET PROPHYLAXIE

#### 7.1. Traitement

Le traitement des animaux infectés n'est donc généralement pas éprouvé, bien qu'il existe quelques rapports de médicaments anti-tuberculose étant utilisé chez les animaux sauvages en captivité [38]. Mais, c'est très loin de le réaliser à cause de sa longueur, de son coût, de son caractère astreignant s'ajoutent les risques de rechutes (donc de contagion), et de sélection de souches résistantes dangereuses pour l'homme [150], [151].

#### 7.2. Prophylaxie

La prophylaxie de la tuberculose doit se préoccuper de toutes les espèces animales pouvant servir de relais à la contagion [59].

Les programmes de contrôle nationaux sont souvent basés sur intradermotuberculination, mais en raison de la limite de ce test chez les camélidés, ces programmes sont peu probables.

Elle est fondée sur l'application de mesures exclusivement sanitaires [59]. L'emploi de la vaccination (BCG) dans la prophylaxie est interdit. Elle a été utilisée dans le passé, en particulier chez les bovins, avec des résultats encourageants (réduction du taux d'infection et diminution de nombre et de gravité de lésions) [159], mais chez les camélidés, la vaccination n'est pas encore disponible [73].

Pour trois raisons essentielles la vaccination est proscrite :

- la vaccination sensibilise les animaux qui fournissent une réponse positive à la tuberculination.
- elle réduit le risque d'infection sans la supprimer.
- les propriétaires sachant leurs animaux vaccinés négligent les prescriptions sanitaires favorisant ainsi leur contamination [152].

- L'immunité n'étant que partielle et relative, il apparaît extrêmement dangereux, pour des raisons épidémiologiques et hygiéniques, de prescrire chez l'animal une vaccination contre la tuberculose [89].

# **PARTIE EXPÉRIMENTALE**

## CHAPITRE 8

### MATERIEL ET METHODES

#### 8.1. Le besoin de l'enquête :

Le dromadaire est considéré comme la principale source en protéine animale chez les populations sahariennes, et la consommation de viande cameline a augmenté durant ces dernières années de même que le lait de chamelle qui est commercialisé à l'échelle nationale. Cette source doit être de bonne qualité et exempt de tout risque menaçant la santé publique.

La tuberculose figure parmi les maladies responsable de sérieux problèmes en santé humaine, chez le dromadaire a été déclaré dans les pays voisins, tel que la Mauritanie, l'Egypte, et même dans d'autres pays, à savoir l'Ethiopie, UAE, et le Pakistan. A notre connaissance, aucune étude visant la détermination de la prévalence et le diagnostic de la tuberculose cameline en Algérie n'a été entreprise d'où le besoin et la nécessité de mener cette enquête.

#### 8.2. Objectifs et problématique :

##### ➤ Problématique :

La tendance à la sédentarité de nos élevages camelins et leur cohabitation avec d'autres espèces ovins, caprins et surtout le bovin favorisent l'apparition de la tuberculose cameline alors est ce que le dromadaire est sensible ou résistant à la tuberculose ?

##### ➤ Objectifs :

La suspicion de cette zoonose est parfois faite au niveau des abattoirs. Ces suspicions doivent être confirmées ou infirmées par le diagnostic de laboratoire.

Pour cette raison, nous nous sommes assigné les objectifs suivants :

1. Déterminer la prévalence de la tuberculose cameline sur les carcasses présentant des lésions suspectes dans trois abattoirs du sud Algérien.

2. Identification des agents responsables de cette affection dans cette même région et pendant la période d'étude.

### 8.3. Cadre de l'étude :

#### 8.3.1 Zone et période de l'étude :

La présente étude consiste en une enquête prospective, à visée descriptive, de type transversale, sur la recherche de lésions suspectes de tuberculose cameline par l'examen approfondie des carcasses cameline appartenant au parcours du Sahara septentrional rentrant aux trois abattoirs durant une période de quatorze mois (de janvier 2014 à février 2015).

##### 8.3.1.1. Abattoirs :

Ils sont en nombre de trois, ces abattoirs travaillant six jours sur sept, leur choix est en fonction de :

1. La collaboration des inspecteurs vétérinaires.
2. L'accessibilité des abattoirs.
3. L'importance des effectifs camelins abattus.

Les trois abattoirs de l'enquête sont :

-L'abattoir de Ghardaïa : situé à la daïra de Daïa Ben Dahoua, cette daïra se localise au nord-ouest de la wilaya de Ghardaïa (figure 8.1).

-l'abattoir de Ouargla : La wilaya de Ouargla est située au sud-est du pays à environ 800 km de la capitale Alger, au fond d'une cuvette très large de la ville d'el-oued M'ya.

-L'abattoir de Tamanrasset : cet abattoir situé, sud-ouest de la ville de Tamanrasset au niveau de la région de TEHIGGOUINE, la superficie de cet abattoir est de 1 hectare, c'est le plus grand abattoir de la wilaya. la figure si dessous montre les trois régions d'étude.



**Figure 8.1 :** Situation géographique des trois abattoirs

#### 8.3.1.2. Laboratoire:

Les échantillons collectés ont été traités dans le service de mycobactérie et le service d'anatomopathologie au niveau de l'institut pasteur d'El Hamma en Algérie.

#### 8.4. Matériel et méthodes:

##### 8.4.1 Matériel:

Nous avons utilisé le matériel suivant :

##### 8.4.1.1. Au niveau des abattoirs:

Le matériel consiste en :

a) Matériel biologique (Animaux):

Au niveau des abattoirs, nous avons inspecté un total de 1512 dromadaires qui y sont parvenus au niveau des trois abattoirs.

- La Population cible: c'est les dromadaires de toutes races, âge et sexe confondus, rentrant dans les trois abattoirs pendant la période d'étude.
- Définition du cas: toute formation d'aspect nodulaire, de consistance caséuse ou calcifiée de couleur blanche, grise ou jaune est considérée comme suspect de tuberculose [153].

b) Matériel non biologique :

Pour ce faire :

- Consultation des registres des abattoirs a été faite pour déterminer la moyenne d'abattage.
- Adopté un matériel adéquat de récolte et d'acheminement des prélèvements.

Le matériel consiste de :

1. Habillement (Blouse, bottes).
2. gants, pots stériles étiqueté, couteau propre.
3. une glacière pour assurer la bonne conservation du prélèvement vu la distance.

8.4.1.2. Au niveau du laboratoire :

a) Matériel biologique :

Les échantillons collectés ont été traités dans les laboratoires de l'institut Pasteur el Hamma - Alger (IPA).

- ❖ Le laboratoire de la tuberculose et des mycobactéries :
  - examen bactériologique :

Toutes les étapes du diagnostic de laboratoire ont été réalisées sous une hotte de biosécurité (Cf. annexe 1), en utilisant un bec bunsen, Le matériel correspond à celui de laboratoires de diagnostic des mycobactéries. Nous citons, le matériel suivant :

- Examen Microscopique : pour la réalisation de cet examen, nous avons procédé à deux étapes :

a) la Coloration : qui nécessite une Anse de platine, bistouris, lames en verre, et les colorants, à savoir, la fuchsine, bleu de méthylène, acide sulfurique dilué à 25% et l'alcool à 90°.

b) la lecture : nécessite un microscope photonique.

- Culture Bactérienne : Nous avons utilisé le matériel suivant :  
Tubes en verre stériles, pipettes Pasteur, mortiers, eau distillée, milieu de culture Lowenstein-Jensen, étuve, agitateur, centrifugeuse et la soude comme décontaminant (NaOH à 4%).
- Identification biochimique : Pour cette étape, nous avons utilisé

- Le nitrate réductase ;
- Le PNB (Acide para nitrobenzoïque).
- Le TCH (Hydrazide de l'acide thiophène-2-carboxylique).

❖ Laboratoire d'histopathologie :

○ Examen histopathologique :

1. le matériel utilisé est le suivant : Bistouris, cassette codé, lames et lamelle stérile, portoirs des lames, microtome, bain marie, étuve, microscope photonique.
2. pour les solutions utilisé on cite : xylène, formol à 10%, alcool à 100%, paraffine, une colle, ainsi les deux colorants l'éosine et l'hématoxyline.

8.4.2. Méthodes:

#### 8.4.2.1. Au niveau des abattoirs:

Notre travail repose sur une enquête multidisciplinaire dont la quelle des inspecteurs vétérinaires des abattoirs participants à cette recherche et même des étudiants préparant leurs projets de fin d'étude, Nous exposons les méthodes comme suit :

##### 8.4.2.1.1. Inspection *ante-mortem*:

Les dromadaires arrivent à l'abattoir après un long trajet, ils sont maintenus à l'extérieur de l'abattoir en stabulation pour assurer leur repos (Cf. annexe 2).

Les dromadaires sont dirigés à l'intérieur de l'abattoir, arrivés à la salle d'attente, un examen *ante mortem* est réalisé pour identifier les animaux en se basant sur :

- a) L'âge : est déterminé par dentition, nous avons classé les animaux en trois tranches d'âge ; jeunes moins de 5 ans (< 5ans), adultes entre cinq et dix ans (5 -10 ans) et âgés pour les sujets de plus de dix ans (>10ans) [154].
- b) Le sexe : mâle et femelle.
- c) Un examen clinique de chaque animal dans le but de détecter des animaux malades.

##### 8.4.2.1.2. Inspection *post-mortem*:

Les dromadaires sont dirigés vers la salle d'abattage (Cf. annexe 2), les sujets sont mis en décubitus sternal, la tête tournée vers l'arrière (Cf. annexe 2).

L'examen *post mortem* commence de la saignée jusqu'à l'inspection des carcasses qui nous intéresse le plus dans notre étude, Cette inspection englobe; l'examen visuel, la palpation et l'incision d'organes (Cf. annexe 2).

##### 8.4.2.1.3. Collecte et acheminement des prélèvements :

Nous avons prélevé des lésions macroscopiques suspectes de tuberculose au niveau des différents organes tel que poumon, foie, rumen, rein, cœur et

ganglions chez les dromadaires inspectés. Ces types de lésions ont été bien décrits par SEING en [153]. Les échantillons ont été recueillis dans des flacons stériles fermés hermétiquement, à usage unique, pré étiquetés.

Chaque prélèvement est accompagné d'une fiche de commémoratifs (Cf. annexe 3) indiquant : le lieu, la date du prélèvement, l'âge estimé, le sexe et l'organe prélevé. Cette fiche portait un numéro qui est reporté sur les prélèvements. Ces derniers sont acheminés sous glace dans des glacières adéquates au laboratoire.

#### 8.4.2.1.4. Analyse statistique:

##### a. Le traitement statistique:

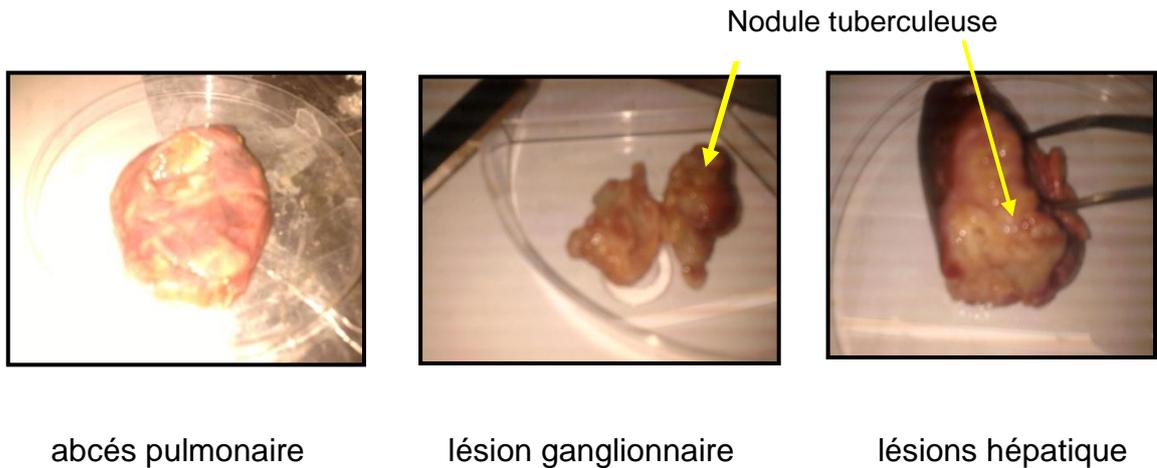
Le traitement statistique des résultats obtenus, de la distribution de la maladie entre les trois abattoirs ainsi que les facteurs de variation, a été réalisé par le test du khi-deux, la correction de Yates et le test exact de Fisher, avec un risque d'erreur de 5%. Ces derniers ont été calculés en utilisant le logiciel *STATISTICA 6*.

##### 8.4.2.2. Au niveau de laboratoire :

D'après GEZAHEGNE et *al*, la plupart des enquêtes visent à étudier la mise en évidence des agents de la Tuberculose et ses caractéristiques, utilisant l'examen post- mortem, la mise en culture mycobactériologiques, l'histopathologie et la réaction PCR .

Pour notre enquête, nous procédons à réaliser un examen macroscopique des lésions, diagnostic bactériologique, identification biochimique et un diagnostic anatomopathologique de certitude.

Les échantillons suspects de tuberculose ont été réalisés sur différents organes : La figure (8.2) montre les différentes lésions suspectes de tuberculose à savoir un abcès pulmonaire calcifié, une lésion ganglionnaire, et une lésion suspecte de tuberculose caséeuse au niveau du foie.



**Figure 8.2:** Lésions suspectes de tuberculose cameline.

Au laboratoire, les échantillons sont sectionnés en petits morceaux en utilisant des lames stériles et des boîtes de Pétri. Une partie des fragments ainsi prélevés sont homogénéisés avec un mortier et un pilon. Ces fragments ont servi pour l'examen microscopique et la culture bactérienne, l'autre fragment est fixé dans le formol pour l'examen histopathologique.

#### 8.4.2.2.1. Examen microscopique (Bacilloscopie):

De ce fait, nous avons procédé à la dissection des échantillons avec des bistouris à usage unique, flambés auparavant, ensuite nous avons procédé à l'examen direct.

Cet examen est réalisé après coloration des frottis par la méthode de *Ziehl-Neelsen*. Cette technique est basée sur le caractère fondamental des mycobactéries qui est l'acido-alcool-résistance, permettant ainsi la mise en évidence des B.A.A.R par microscopie elle consiste :

##### a)Préparation des frottis:

- Sous une hotte de biosécurité, près du bec bunsen, on prélève avec une anse de platine rigide, préalablement flambée et refroidie, une parcelle purulente du prélèvement (figure 8.3).



**Figure 8.3** : Préparation des frottis

- le contenu de l'anse est étalé en couche mince par des mouvements de va-et-vient longitudinaux et transversaux, l'étalement doit s'effectuer en rectangle sur la totalité des deux tiers de la lame.
- pour obtenir un film uniforme, couvrant régulièrement les deux tiers de la lame, il est souvent nécessaire de prélever deux parcelles de prélèvement.

Une fois l'étalement terminé, l'anse de platine est immédiatement flambée et le frottis laissé sécher à l'air.

- La fixation du frottis sera effectuée, une fois le frottis est séché par 2 à 3 passages rapides au-dessus de la flamme.

b) Coloration de Ziehl-Neelsen :

Après le refroidissement de la lame on entame la coloration qui comporte trois temps :

**1<sup>er</sup> temps** : coloration par la fuchsine à chaud.

**2<sup>ème</sup> temps** : la décoloration par l'acide sulfurique dilué à 25% et par l'alcool éthylique à 90°.

**3<sup>ème</sup> temps** : contre coloration par le bleu de méthylène.



**Figure 8.4 :** Coloration par la fuchsine et contre coloration par le bleu de méthylène.

- Après rinçage et séchage, les lames sont observées au microscope optique avec objectif à immersion (x100).

c). Lecture microscopique :

- ❖ La lame colorée par la technique de *ZIEHL-NEELSEN*, est examinée sous microscope à lumière blanche mené d'un objectif (x 100) et d'un oculaire de grossissement moyen (x 6 ou x 8).
- ❖ Avant chaque examen d'une lame on procède à essuyer les objectifs du microscope ainsi que en évitant de toucher la lame pour ne pas contaminer les préparations suivantes.
- ❖ une goutte d'huile à immersion est soigneusement placée sur la préparation. La lame est ensuite placée sur le chariot du microscope, la goutte de l'huile dans l'axe de la lentille de l'objectif, à l'aide de la vis macrométrique, on baisse l'objectif jusqu'à ce qu'il plonge dans la goutte de huile,
- ❖ Une fois la mise au point est réalisé, on commence à lire systématiquement champ par champ et en observant chaque champ de la périphérie vers le centre à la recherche des bacilles, fins, droits ou incurvés, réguliers ou granuleux, isolés ou en amas colorés en rouge sur un fond bleu.

8.4.2.2.2. La culture bactérienne:

La culture passe par plusieurs étapes, à savoir :

a) Broyage des tissus:

A l'aide d'un mortier stérile et d'un pilon stérile, un fragment du prélèvement est finement broyé, on rajoute une petite quantité du sable stérile. Cette dernière est utilisée pour assurer le bon écrasement du tissu prélevé.

b) Décontamination:

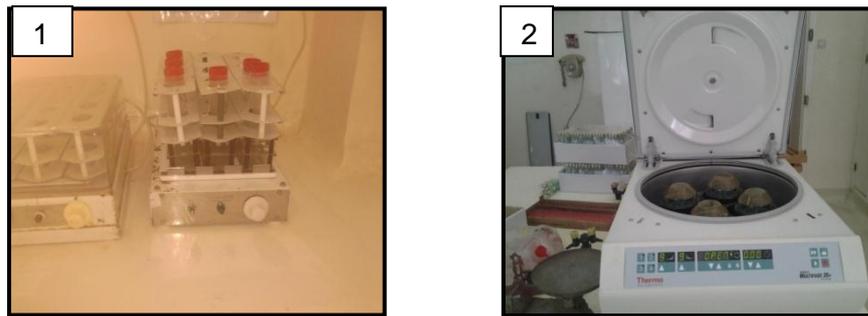
La méthode de PETROFF à la soude permet de décontaminer le produit de broyage [155], la technique consiste à: Ajouter 04cc de NaOH à 4% dans le mortier, qu'on mélange avec le pilon (figure 8.5).



**Figure 8.5 :** La décontamination.

a. A l'aide d'une pipette, le contenu du mortier est aspiré, ensuite versé dans un tube conique stérile qu'on met sur agitateur (Cf. figure 8.6) pendant 10 minutes.

- La suspension agitée est centrifugée (Cf. figure 8.6) à 3000T/m pendant 15minutes ;
- Une fois la centrifugation est terminée, les surnageants sont jetés, et lavés à l'eau distillée stérile (10 à 15ml) ;
- Une deuxième centrifugation effectuée à 3000T/m pendant 15minutes ;
- On laisse le tube se décompacter jusqu'à formation d'un culot, et d'un surnageant, ce dernier est jeté.



**Figure 8.6:** agitation(1) et centrifugation(2) de la suspension bactérienne.

c)Ensemencements : Le culot obtenu est ensemencé sur 04 tubes de Lowenstein-Jensen, à raison de 0,2 à 0,3 ml par tube, ces tubes sont identifiés par des numéros. (Figure 8.7).



**Figure 8.7 :** Ensemencement sur tubes de Lowenstein -Jensen

d) Incubation :

- Ces tubes ont été ajustés sur des portoirs spéciaux en position inclinée (Cf. figure 8.8) et ne sont fermés hermétiquement qu'après évaporation du liquide pendant 2 ou 3 jours.
- les cultures sont ensuite placées dans l'étuve à 37°C.



**Figure 8.8 :** Tubes placés sur portoirs dans l'étuve.

✓ Une observation hebdomadaire de la croissance des colonies a été faite pour être en mesure de préciser la date exacte de l'apparition des colonies.

e) Lecture : une première lecture est effectuée à la fin de la première semaine, afin d'examiner les tubesensemencés, dont le but de :

- ❖ Contrôler la qualité de la décontamination ;
- ❖ D'apprécier le changement de couleur du milieu ;
- ❖ Constater la poussée des mycobactéries à croissance rapide ;
- ❖ S'il y a des contaminations éventuelles, ces dernières entraîneront une modification de teinte vers un jaunissement, un verdissement ou un marron ;
- ❖ Par la suite, ces milieux de culture sont écartés et refaits à partir du prélèvement initial ;
- ❖ Si des colonies apparaissent, nous préparerons des frottis à partir des cultures cultivées et nous réaliserons le contrôle de *Ziehl*, S'il y a présence de BAAR, la culture sera déclarée positive et nous procéderons à une identification biochimique ;
- ❖ Les tubes négatifs sont remis à l'étuve et les lectures sont faites ultérieurement une fois par semaine.
- ❖ S'il y a absence d'apparition des colonies après 12 semaines d'incubation, la culture sera déclarée négative.

#### 8.4.2.2.3. Identification bactérienne:

Pour identifier les cultures déclarées positives, nous nous sommes basés sur :

- D'abord les caractères cultureux à savoir :

La pigmentation ; l'aspect des colonies et le délai d'apparition des colonies.

- ❖ Si la croissance est visible au cours de la première ou deuxième semaine après ensemencement, il y a généralement contamination. La confirmation de cette contamination se fait par préparation de frottis et coloration de *Ziehl- Neelsen* absence de BAAR, par conséquent, la culture est considérée comme contaminée.

- ❖ A partir de la 3<sup>ème</sup> semaine, si la croissance est visible, des frottis sont préparés et colorés par la technique de *Ziehl- Neelsen* : présence de BAAR, la culture est déclarée positive (Cf. figure 8.9).
- ❖ Si après 12 semaines d'incubation, il n'y a pas eu de développement de colonies, la culture est déclarée négative (Cf. figure 8.9).



**Figure 8.9** : les résultats de l'identification

- Ensuite sur les tests biochimiques qui n'a concerné que les souches considérées comme typiques au complexe *Mycobacterium Tuberculosis*.

Les tests biochimiques effectués sont :

1. La réduction des nitrates ;
2. La croissance en présence de PNB ;
3. La croissance en présence de TCH.

- La réduction des nitrates

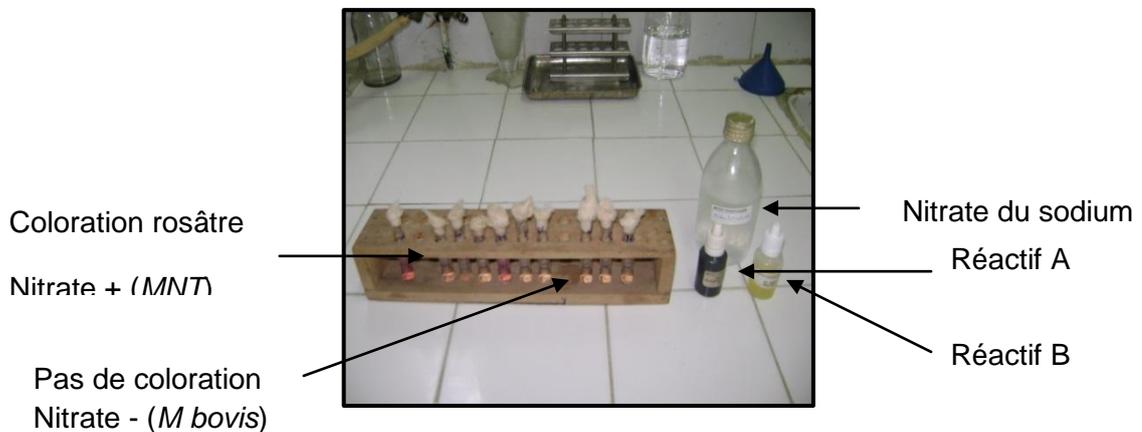
Pour la réalisation de ce test, il faut suivre les étapes suivantes :

- À l'aide d'une anse de palatine, Prélever une masse de la culture à analyser, déposer dans un tube à hémolyse contenant 2 ml d'eau distillée stérile et la suspendre.
- Ajouter 2 ml du (nitrate de sodium)  $\text{NaNO}_3$  dans chaque tube.
- Agiter les tubes à la main et mettre à incuber à 37° C pendant 2 heures à l'étuve.

- Sortir les tubes de l'incubateur et laisser à la température ambiante au moins 5 minutes.
- ajouter les réactifs, en raison de deux à trois gouttes de NRI (acide sulfanilique+ acide acétique) puis 2 à 3 gouttes de NRII (alpha-naphtylamine+ acide acétique).

Interprétation du test:

- Négatif, en absence de coloration,
- Positif, lorsqu'il y a apparition d'une coloration rose pale, à rouge foncé.



**Figure 8.10** : Réduction de nitrate

➤ La croissance en présence de PNB

Les étapes sont les suivantes :

- ✓ À partir d'une suspension bacillaire, nous ensemençons deux tubes de Lowenstein-Jensen :
  - un tube témoin (sans additif).
  - un autre tube additionné d'une concentration déterminée de PNB (10mcg /ml).
- ✓ Les tubes ensemencés sont placés inclinés sur des plateaux et mis à l'étuve à 37°C pendant 2 à 3 semaines.

Interprétation du test :

Lorsque la croissance est visible sur le milieu de L-J témoin, nous examinons le tube contenant le PNB s'il :

- Y'a croissance sur milieu de L-J contenant du PNB, les souches seront notées résistantes.
- N'y a pas croissance sur milieu de L-J contenant PNB, les souches sont notées sensibles.

➤ Croissance en présence de TCH

C'est le même principe du test précédent, Les étapes sont les suivantes :

- ✓ À partir d'une suspension bacillaire, nous ensemençons deux tubes de *Lowenstein-Jensen*, le premier sans additif (tube témoin).
- ✓ Le deuxième additionné d'une concentration déterminée de TCH (5mcg/ml)

Interprétation du test:

Lorsque la croissance est visible sur milieu de L-J témoin, nous examinons le tube contenant le TCH. S'il :

- Y'a croissance sur milieu de L-J contenant du TCH, les souches seront notées résistantes.
- N'y a pas croissance sur milieu de L-J contenant TCH, les souches seront notées sensibles.

8.4.2.2.4. Examen histopathologique:

Les prélèvements déclarés positifs à l'examen bactériologique sont soumis à un examen anatomopathologique de certitude dont le but est de connaître l'aspect anatomopathologique et le type cellulaire de la tuberculose cameline.

Ces prélèvements sont sous forme de biopsies, la moitié de ce dernier était préalablement mise dans des flacons stériles contenant une solution de formole à 10%, pour assurer la fixation des biopsies.

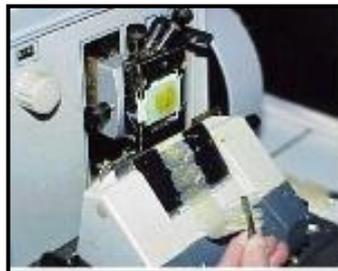
Les différentes étapes de cet examen :

- Etude macroscopique : dont le but d'examiner la nature, la taille, et l'aspect de l'échantillon
- Le découpage de la biopsie : selon le volume, nous avons utilisé soit un couteau ou un bistouri stérile; la biopsie est placée dans une cassette où est mentionné le numéro d'identification de l'échantillon.

- Déshydratation avec de l'alcool: la cassette est immergée dans deux bains d'alcool à 100% pendant 1h30mn, ensuite la cassette est plongée dans deux bains de xylène dans le but d'éclaircir les tissus.
- Inclusion (paraffinage et confection des blocs): les cassettes de l'échantillon sont enveloppées dans deux bains de paraffine (figure 8.11).
- Congélation du bloc.
- Microtome: on découpe à l'aide d'un microtome de très fine coupe de l'ordre de 10 micromètre pour enlever la paraffine en excès. une fois l'empreinte de l'échantillon apparait, on coupe à 3micromètre. On place les lames préparées dans un portoir émergé dans trois bains de xylène pendant 30mn.(figure 8.11)
- Le déparaffinage : On place les lames préparées dans un portoir émergé dans trois bains de xylène pendant 30mn chacun.
- L'hydratation : On plonge les lames préparées dans deux bains d'alcool à 95 % pendant 5 mn pour chacun. Ensuite un rinçage est effectué dans le but d'éliminer toute trace d'alcool.
- Coloration : une coloration à base d'hématoxyline éosine (HE) est réalisée.
- Montage des lames : fixation à l'aide d'une colle et du xylène une lamelle sur lame (figure 8.11).



Confection des blocs



Coupe au microtome



montages des lames

**Figure 8.11:** les différentes étapes de l'examen histopathologique

- Examen microscopique et lecture des lames : la lecture est faite à l'aide d'un microscope photonique au grossissement (x10 puis x40).

## CHAPITRE 9

### RESULTATS

#### 9.1. Proportion des lésions suspectes de la tuberculose du dromadaire :

Durant la période d'étude et dans les trois abattoirs du sud, un total de 1512 carcasses de dromadaire a été inspecté dont 41 étaient suspectes de tuberculose soit une proportion de 2.71%. La proportion des cas suspects de tuberculose cameline de chaque abattoir est présentée dans le tableau 9.1, illustrée par la figure 9.1.

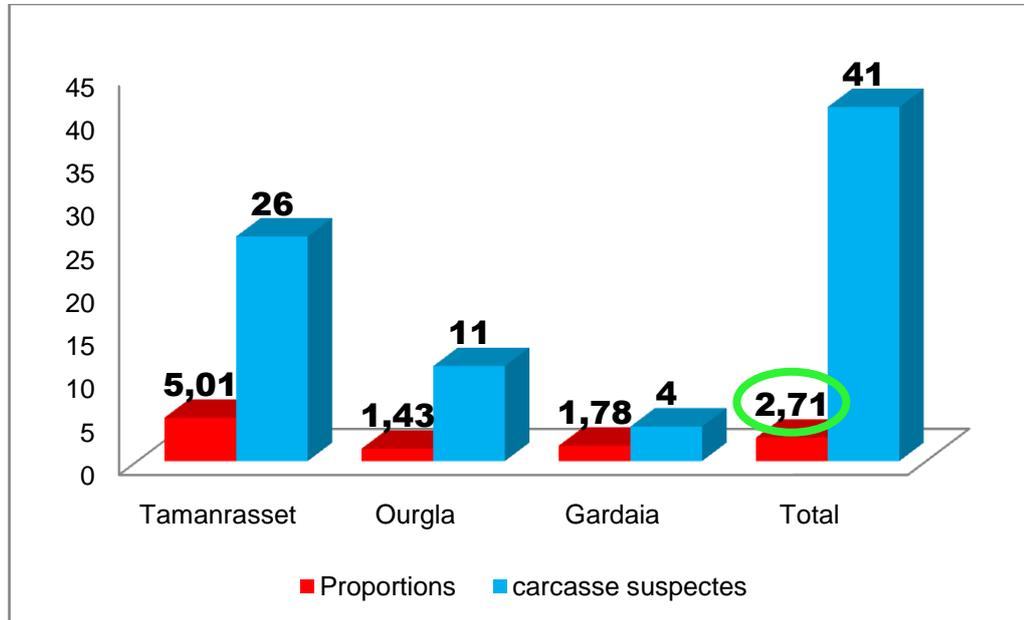
**Tableau 9.1** : proportion des cas suspects de lésions tuberculeuses dans les trois abattoirs

| <b>abattoirs</b>   | <b>Carcasses<br/>Inspectes (n)</b> | <b>Carcasses<br/>Suspectes (n)</b> | <b>Proportions<br/>%</b> |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>Tamanrasset</b> | 519                                | 26                                 | 5,01                     |
| <b>Ouargla</b>     | 769                                | 11                                 | 1,43                     |
| <b>Ghardaïa</b>    | 224                                | 04                                 | 1,78                     |
| <b>Total</b>       | 1512                               | 41                                 | 2,71                     |

L'analyse statistique par le test du ( $\chi^2$ ) montre qu'il y a une différence hautement significative ( $P=0,00035$ ) dans la proportion des cas suspects de la tuberculose cameline entre les trois abattoirs avec un fort pourcentage à l'abattoir de Tamanrasset (5,01%).

La différence en proportion entre Tamanrasset et Ouargla est significative ( $p_{\text{value}}=0.0002$ ). Ainsi que la différence entre Tamanrasset et Ghardaïa est aussi

significative ( $p_{\text{value}}=0.0405$ ). Cependant la différence entre Ouargla et Ghardia n'est pas significative ( $p_{\text{value}}=0.7012$ ).



**Figure 9.1 :** proportion des cas suspects des lésions tuberculeuses dans les trois abattoirs.

### 9. 2. Proportion des cas suspects en fonction des facteurs de variation

Deux facteurs de variation ont été retenus durant notre enquête dans les trois abattoirs à savoir l'âge et le sexe.

- L'âge :

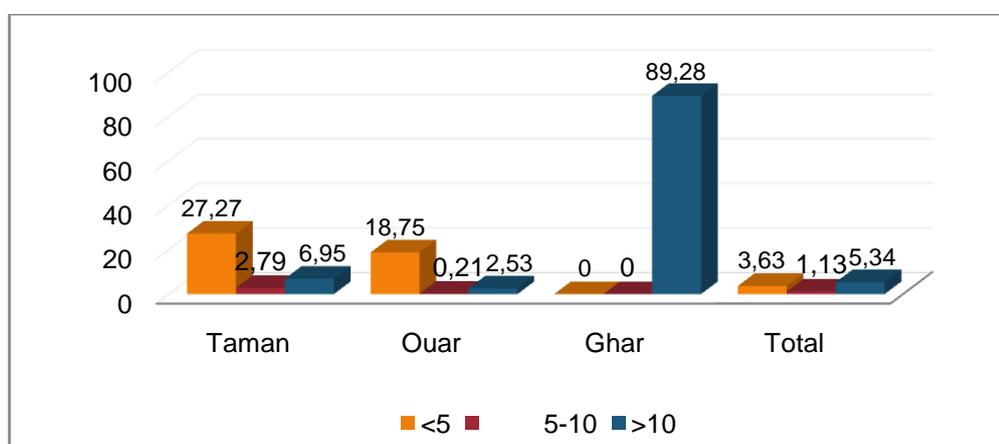
Les résultats relatifs à la proportion des lésions suspectes de tuberculose cameline en fonction de l'âge sont rapportés dans le tableau 9.2 et illustré par la figure 9.2.

**Tableau 9.2** : Cas suspects de tuberculose en fonction de l'âge.

| Abt          | <5       |          |       | 5-10     |          |      | >10      |          |       |
|--------------|----------|----------|-------|----------|----------|------|----------|----------|-------|
|              | car insp | car susp | %     | car insp | car susp | %    | Car insp | car susp | %     |
| <b>Taman</b> | 11       | 03       | 27,27 | 322      | 09       | 2,79 | 186      | 14       | 6,95  |
| <b>Ouar</b>  | 16       | 03       | 18,75 | 477      | 01       | 0,21 | 276      | 07       | 2,53  |
| <b>Ghar</b>  | 138      | 00       | 00    | 81       | 00       | 00   | 05       | 04       | 89,28 |
| <b>Total</b> | 165      | 06       | 3,63  | 880      | 10       | 1,13 | 467      | 25       | 5,34  |

Abt :abattoir ;Taman :tamanrasset ;Ouar :ouargla ;Ghar :ghardaia ;Car insp:carcas s :inspécté ;car susp :carcasse suspecte.

- Les résultats montrent que les cas suspects de tuberculose sont plus fréquents chez les sujets âgés de plus de 10 ans (5,34%) , Le test ( $\chi^2$ ) indique que la répartition (distribution) des cas suspect de tuberculose en fonction d'âge est la même pour les trois régions ( $p= 0.17578$ ).Cependant, la probabilité(=0.61) d'un cas suspect d'être âgé>10 ans est supérieure à la probabilité (=0.22) d'être âgé entre 5-10 nettement supérieur à la probabilité (=0.073) d'être moins de 5 ans. Le test statistique indique que la différence entre ces probabilités est significative  $p (<0.0001)$ , et les animaux âgés présentent une différence significative par apport aux autres tranches d'âge.

**Figure 9.2** : Cas suspects de tuberculose en fonction de l'âge.

- Sexe :

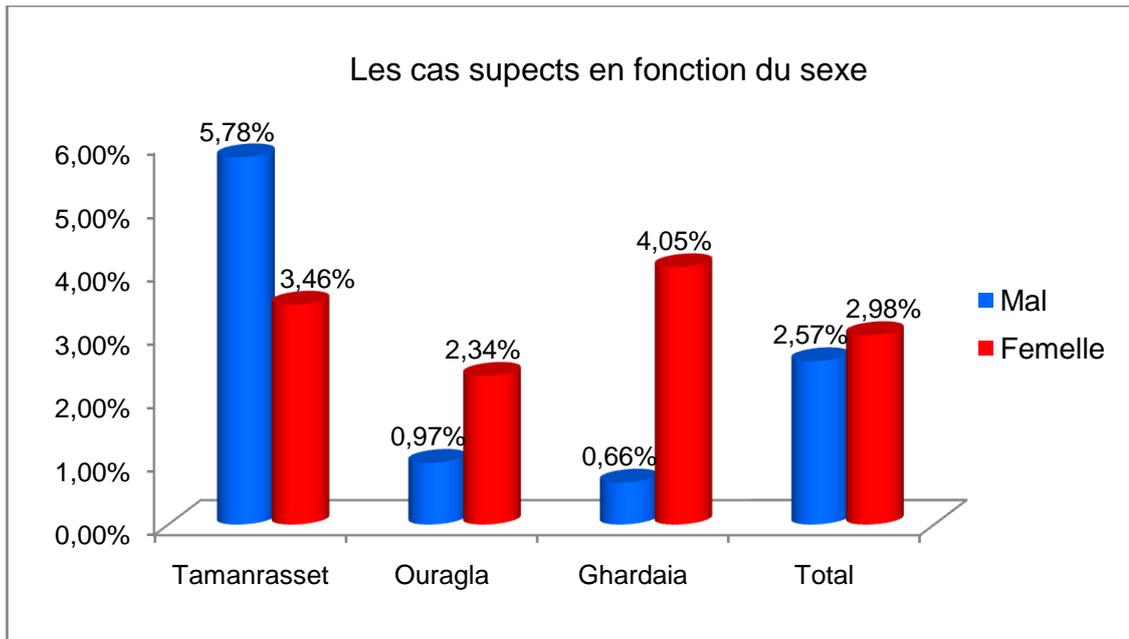
Les résultats relatifs à la proportion des lésions suspectes de tuberculose cameline en fonction du sexe sont rapportés dans le tableau 9.3 et illustré par la figure 9.3.

**Tableau 9.3** : Cas suspects de la tuberculose cameline en fonction du sexe dans les trois abattoirs.

| Abat \ Sexe        | Mâle     |          |      | Femelle  |          |      |
|--------------------|----------|----------|------|----------|----------|------|
|                    | Car insp | Car susp | %    | Car insp | Car susp | %    |
| <b>Tamanrasset</b> | 346      | 20       | 5,78 | 173      | 06       | 3,46 |
| <b>Ouargla</b>     | 513      | 05       | 0,97 | 256      | 06       | 2,34 |
| <b>Ghardaïa</b>    | 150      | 01       | 0,66 | 74       | 03       | 4,05 |
| <b>Total</b>       | 1009     | 26       | 2,57 | 503      | 15       | 2,98 |

Abt : abattoir Car : Carcasses, insp : inspectées, susp : suspectées.

- L'analyse statistique montre que la différence des prévalences des cas suspects de tuberculose entre les deux sexes est non significative ( $p > 0,05$ ),  $p = 0,6475$  malgré que les proportions des cas suspects de tuberculose sont plus fréquents chez les femelles (2,98%) par rapport aux mâles (2,57%).



**Figure 9.3 :** Cas suspects de tuberculose en fonction du sexe.

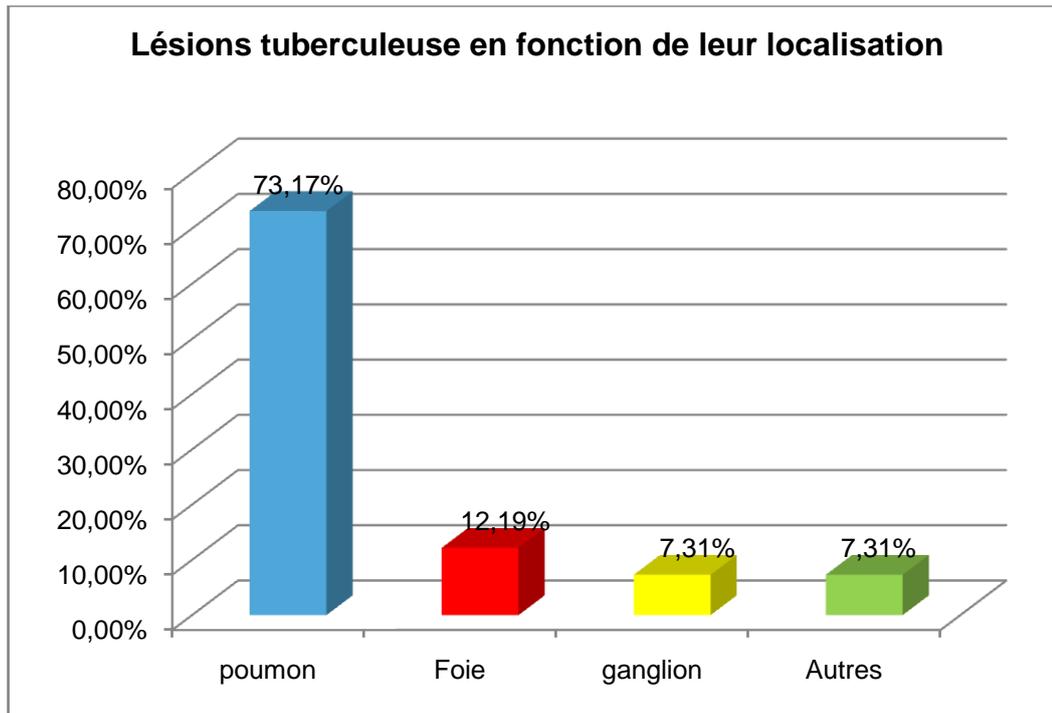
### 9.3. Localisation des lésions :

La répartition des lésions tuberculeuses en fonction de leur localisation est rapportée dans le tableau (9.4).

**Tableau 9.4 :** Des lésions tuberculeuses suspectes en fonction de leur localisation.

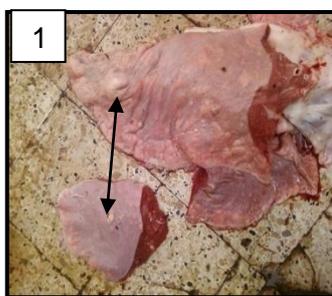
| Lésions<br>Organes | Lésions suspect | Proportion % |
|--------------------|-----------------|--------------|
| <b>poumon</b>      | 30              | 73,17        |
| <b>Foie</b>        | 5               | 12,19        |
| <b>ganglion</b>    | 3               | 7,31         |
| <b>Autres</b>      | 3               | 7,31         |
| <b>Total</b>       | 41              | 100          |

Les résultats montrent que les lésions sont essentiellement présentes dans l'appareil respiratoire avec un taux très élevé (73,17%) (Parenchyme pulmonaires(1), suivi de l'atteinte hépatique(2) avec un taux (12,19 %) et les lésions ganglionnaires (3) avec une proportion (7,31%) (Figure 9.7).

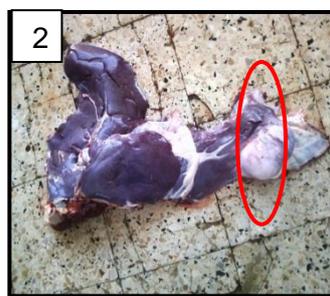


**Figure 9.4:** Localisation des lésions suspectes de tuberculose sur les organes chez le dromadaire.

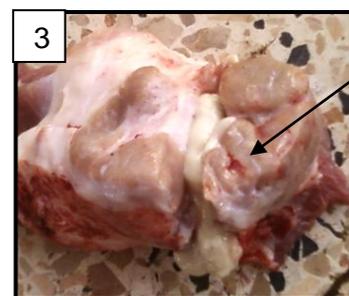
Cette figure (9.5) montre la présence de multiples lésions suspectes de tuberculose, la figure n°1 c'est des lésions de tuberculose imprégnées dans le parenchyme pulmonaire, La figure n°2 présente l'aspect caséux d'une lésion suspecte de tuberculose au niveau du ganglion pré scapulaire chez un dromadaire et la figure n°3 montre une lésion hépatique.



Parenchyme pulmonaire



Lésion hépatique



Lésion ganglionnaire

**Figure 9.5:** Lésions suspectes de tuberculose

#### 9.4. Résultats de laboratoire :

Deux examens ont été effectués : examen bactériologique et examen histopathologique.

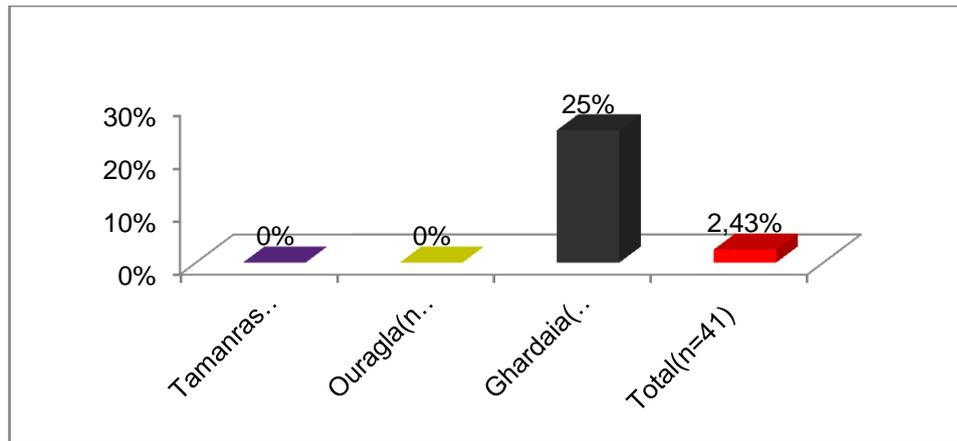
##### 9.4.1 Examen bactériologique : comporte trois étapes, à savoir :

- Examen direct (bacilloscopie): Chaque prélèvement a été examiné sous microscope, et l'ensemble des résultats sont rapportés dans le tableau 9.5.

**Tableau 9.5:** Bacilloscopie

| <b>Bacilloscopie</b>   | <b>Positif</b> |          | <b>Négatif</b> |          |
|------------------------|----------------|----------|----------------|----------|
|                        | <b>n</b>       | <b>%</b> | <b>n</b>       | <b>%</b> |
| <b>Tamanrasset</b>     | 00             | 00       | 26             | 100      |
| <b>(n=26)</b>          |                |          |                |          |
| <b>Ouargla (n=11)</b>  | 00             | 00       | 11             | 100      |
| <b>Ghardaïa (n=04)</b> | 01             | 25       | 03             | 75       |
| <b>Total (n=41)</b>    | 01             | 2,43     | 40             | 97,59    |

Les résultats de la microscopie montrent la présence de bacilles acido alcool-résistants (B.A.A.R) dans un 01 frottis confectionnés sur un total de 41, soit un taux de positivité de 2,43%.



**Figure 9.6** : Bacilloscopie

La figure 9.7 montre la présence des B.A.A.R après coloration de *Ziehl-Neelsen*.

Présence des BAAR



**Figure 9.7** : B.A.A.R colorés par la méthode de *Ziehl-Neelsen*

➤ Culture bactérienne :

La totalité des prélèvements est systématiquement mis en culture. Les résultats, ont été enregistrés après trois mois d'incubation, sont rapportés dans le tableau 9.6.

Tableau 9.6 : Culture bactérienne

| Culture<br>Abattoirs    | Positive  |             | Négative  |              |
|-------------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|
|                         | n         | %           | n         | %            |
| Tamanrasset<br>(n=26)   | 00        | 00          | 26        | 100          |
| Ouargla<br>(n=11)       | 02        | 18,18       | 09        | 81,81        |
| Ghardaïa<br>(n=04)      | 02        | 50          | 02        | 50           |
| <b>Total<br/>(n=41)</b> | <b>04</b> | <b>9,76</b> | <b>37</b> | <b>90,40</b> |

Les résultats de la culture montrent que 04 cultures étaient positives soit un taux de (9,76%).

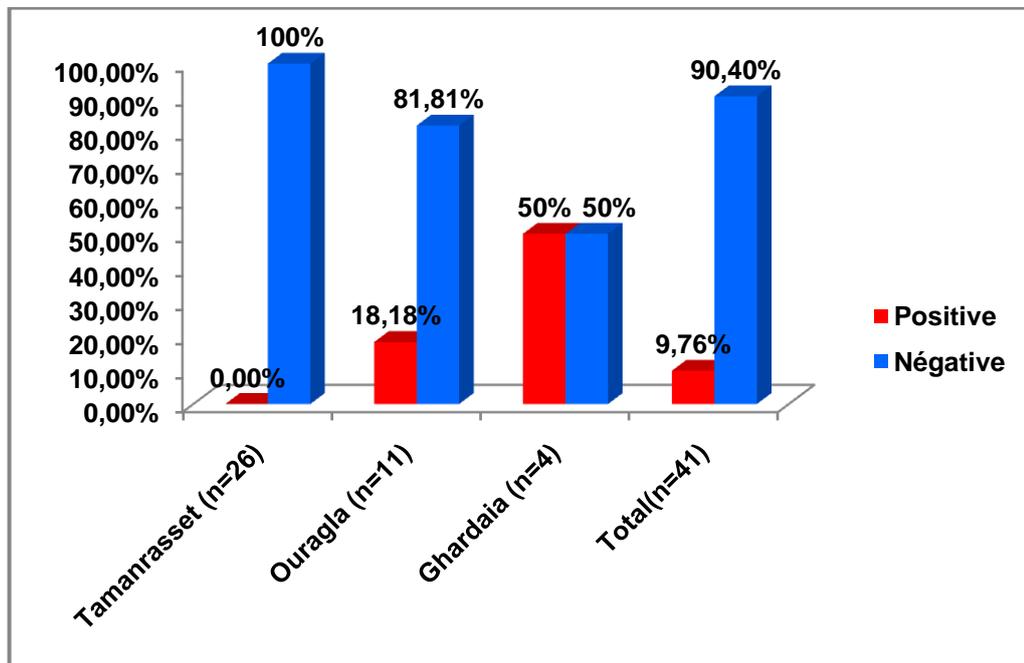
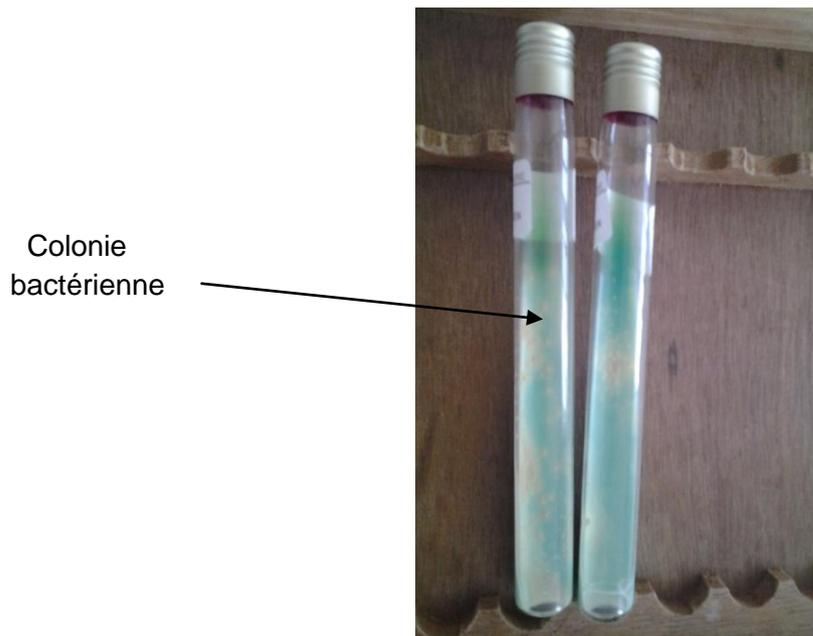


Figure 9.8 : Culture bactérienne

La figure 9.9 présente une culture positive à mycobactérie.



**Figure 9.9:** Culture positive

❖ Sensibilité, Spécificité et Valeurs prédictives de la bacilloscopie:

Les résultats de la sensibilité, spécificité et valeurs prédictives du diagnostic bacilloscopique par rapport à la culture sont rapporté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 9.7 :** Sensibilité, spécificité et valeurs prédictives de la bacilloscopie.

| Bacilloscopie   | Culture              |                         | Total                 |
|-----------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
|                 | Positive             | Négative                |                       |
| <b>Positive</b> | 01                   | 00                      | 01(1%) <sup>3</sup>   |
| <b>Négative</b> | 03                   | 37                      | 40(92,5) <sup>4</sup> |
| <b>Total</b>    | 04(25%) <sup>1</sup> | 37(97,56%) <sup>2</sup> | 41                    |

1 Sensibilité, 2 Spécificité, 3 Valeurs prédictive positive, 4 Valeurs prédictive négative

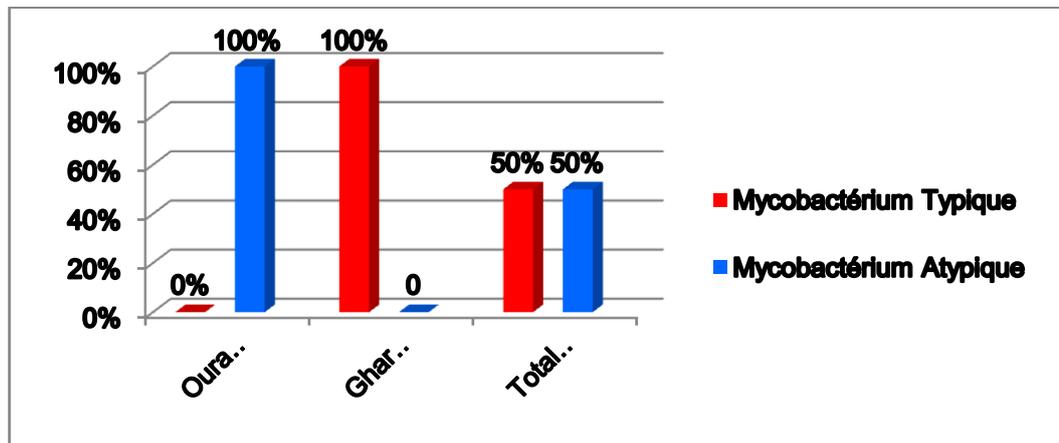
➤ Identification bactérienne:

- a) Les cultures positives ont été identifiées à base des caractères cultureux, et les résultats sont mentionnés dans le tableau 9.8.

**Tableau 9.8:** Identification bactérienne

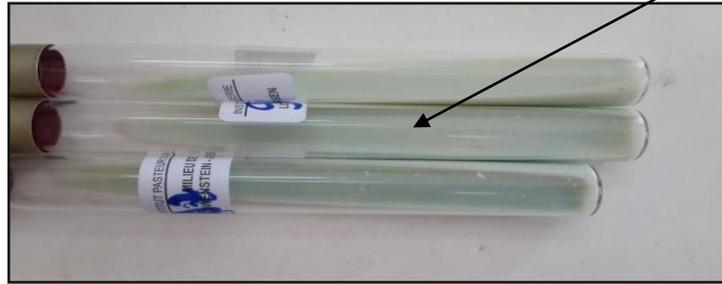
| souches                   | Mycobactérie typique |     | Mycobactérie atypique |     |
|---------------------------|----------------------|-----|-----------------------|-----|
|                           | n                    | %   | n                     | %   |
| <b>abattoirs</b>          |                      |     |                       |     |
| <b>Ouargla</b><br>(n=02)  | 00                   | 00  | 02                    | 100 |
| <b>Ghardaïa</b><br>(n=02) | 02                   | 100 | 00                    | 00  |
| <b>Total</b><br>(n=04)    | 02                   | 50  | 02                    | 50  |

Ces résultats montrent que sur un total de 04 cultures positives, 02 sont des Mycobactéries typiques, soit 50%. ces résultats sont illustré dans la figure (9.10).



**Figure 9.10:** Identification

La figure 9.11 montre l'aspect des mycobactéries typiques.



**Figure 9.11** : cultures positive à mycobactéries typiques.

b) une identification à base des tests biochimique a été réalisé :

Les souches typiques d'après l'identification à base des caractères culturaux (croissance bactérienne lente et des colonies non pigmentées) présentant des tests biochimiques négatifs, les résultats sont les suivants :

1. le test au nitrate réductase est déclaré négatif.
2. absence de croissance en présence de TCH.
3. absence de croissance en présence de PNB.



TCH négatif



PNB négatif

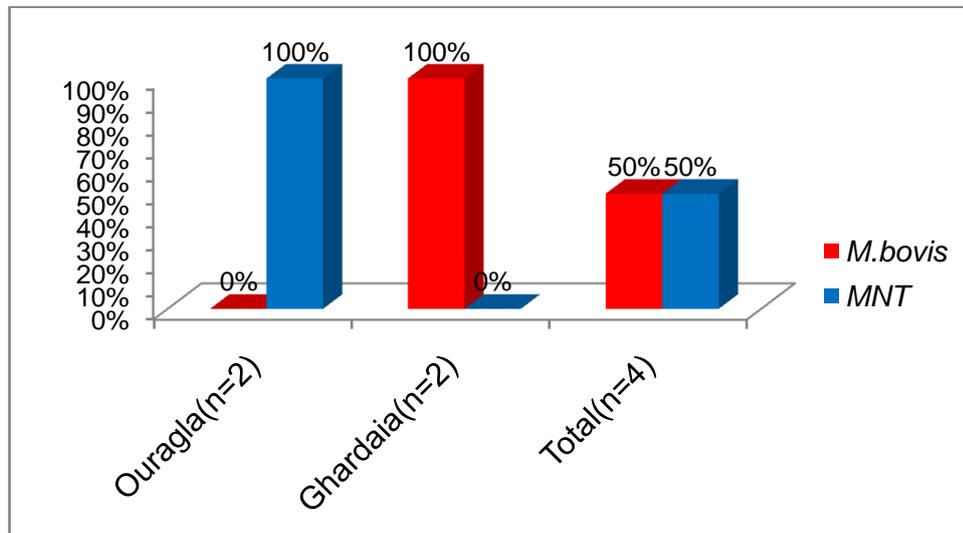
**Figure 9.12** : les résultats des tests biochimiques

Les résultats de tests biochimiques des souches mycobactériennes isolées ont été attribués à l'espèce *Mycobacterium bovis* et les autres mycobactérioses, ces résultats sont rapportés dans le tableau 9.8.

**Tableau 9.9** : Identification biochimique

| Abattoirs                 | Souches bactérienne |            |            |            |
|---------------------------|---------------------|------------|------------|------------|
|                           | <i>M.bovis</i>      | %          | <i>MNT</i> | %          |
| <b>Ouargla<br/>(n=2)</b>  | <b>00</b>           | <b>00</b>  | <b>02</b>  | <b>100</b> |
| <b>Ghardaia<br/>(n=2)</b> | <b>02</b>           | <b>100</b> | <b>00</b>  | <b>00</b>  |
| <b>Total (n=4)</b>        | <b>02</b>           | <b>50</b>  | <b>02</b>  | <b>50</b>  |

Les résultats de l'identification biochimique montrent que 50% des souches appartiennent à *M.bovis* et 50% des souches aux MNT.

**Figure 9.13** : Identification biochimique.

#### 9.4.2. Examen histopathologique :

Il a été réalisé pour les échantillons déclarés positifs à l'examen bactériologique. Les résultats de cet examen sont les suivants :

- l'examen macroscopique de la biopsie révèle une masse nodulaire de 1cm de diamètre de couleur blanche homogène et à la section, on note une consistance ferme diffuse.
- L'examen histopathologique effectué après les différentes étapes citées précédemment (inclusion, coupe et coloration) révèle un tissu fortement remanié par une réaction inflammatoire granulomateuse sévère, les granulomes (figure 9.14) sont formés du centre vers la périphérie de :

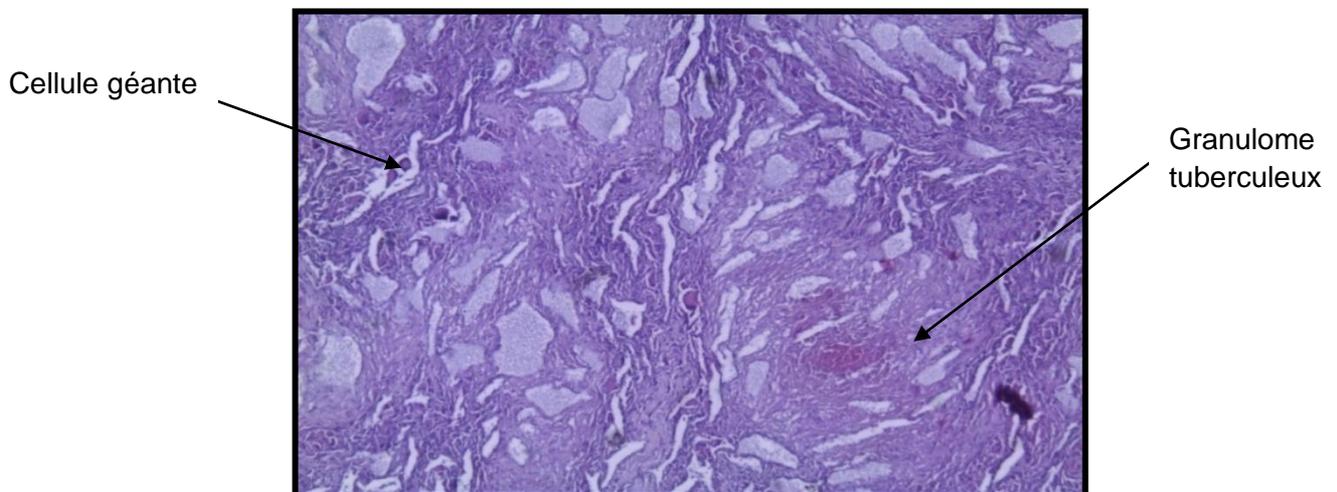
-macrophage épithélioïdes.

-des cellules géantes de type Langhans au centre, entourées par des lymphocytes plasmocytes et macrophages.

-de très rares granulomes plus âgés sont observés, ces derniers renferment une nécrose caséuse au centre.

-l'ensemble des granulomes est entouré par un tissu fibreux très abondant.

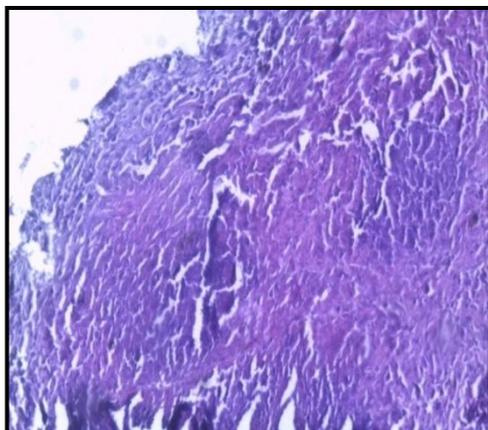
La figure ci-dessous présente une lésion granulomateuse à faible grossissement (x10).



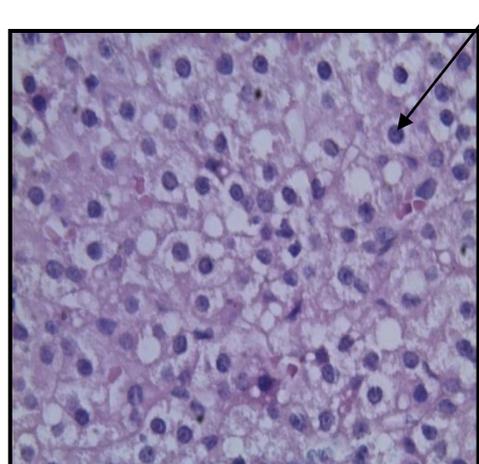
**Figure 9.14** : Parenchyme hépatique complètement remanié par lésion granulomatose, tuberculoïde Centrée par nécrose caséuse à faible grossissement(x10)

La figure ci-dessous montre un granulome tuberculeux au fort grossissement(1) et une nécrose caséuse(2).

Cellules  
épithéloïdes



Granulome tuberculeux x 40



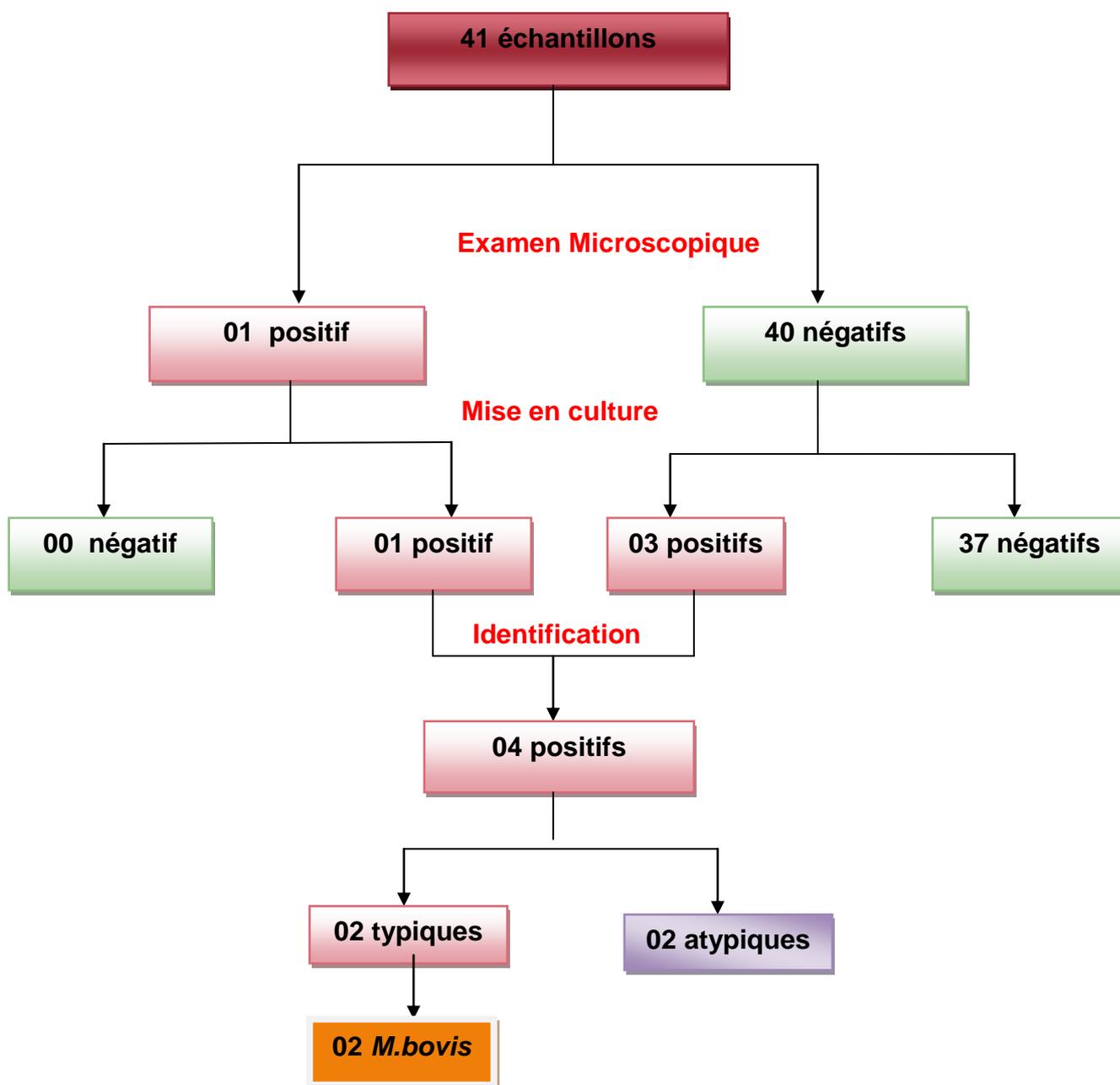
nécrose caséuse

**Figure 9.15** : Lésions anatomopathologique de la tuberculose cameline

➤ Prévalence de la tuberculose chez le dromadaire :

Nous avons enregistré deux (02) cultures de *Mycobacterium bovis* sur un total de 1512 dromadaire abattus. Ce qui signifie que la prévalence de l'infection tuberculeuse dans les trois abattoirs est de 0,13 %.

La démarche diagnostique ainsi que les résultats sont illustrés dans la figure 9.16.



**Figure 9.16** : Présentation schématique des résultats des différentes techniques.

## DISCUSSION

La tuberculose est une zoonose majeure qui sévit dans le monde entier [156]. De nombreuses espèces sont sensibles à cette pathologie.

Les études visant la détermination de la prévalence de l'infection tuberculeuse chez le camelin sont rares. Cette étude a été menée dans le but de confirmer ou d'infirmer sa présence dans les élevages camelins algériens.

Notre enquête a été effectuée dans trois abattoirs du sud de l'Algérie et les cas enregistrés de tuberculose du dromadaire ne présentent qu'un petit échantillon de ce qui se passe réellement dans nos abattoirs. Les résultats de la présente étude seront discutés par partie :

➤ Abattoirs : au niveau des trois abattoirs et durant la période d'études, plusieurs obstacles ont été notés tel que :

-les conditions de travail dans certains abattoirs ne suivaient aucune mesure réglementaire.

- l'abattage du dromadaire, commence à 2 heures du matin ce qui explique la difficulté de l'inspection *ante-mortem* par le vétérinaire inspecteur.

-le non enregistrement précis de certains renseignements d'ordre épidémiologique comme la provenance des animaux est toujours inconnue, rendant la réalisation de l'étude spatiale sur la distribution de la maladie impossible.

- Certains abats ont été éliminés avant leur inspection ou même inspectés par le propriétaire lui-même avant l'arrivée du vétérinaire inspecteur.

Toutes ces contraintes gênaient le bon déroulement de l'inspection des carcasses et aussi le déroulement de notre enquête.

a. prévalence des lésions suspectes de tuberculose cameline :

Dans les trois abattoirs et durant les périodes cités précédemment, un ensemble de 1512 carcasses cameline a été inspecté, 41 carcasses étaient suspectes de tuberculose, soit une proportion de 2,71%.

Nos résultats peuvent être discutés par des études existantes dans le monde tel que ceux réalisés en Ethiopie, en Egypte du fait de l'absence d'étude visant la

prévalence et le diagnostic de la tuberculose cameline en Algérie, Les résultats de la répartition des cas suspects de la tuberculose cameline entre les trois abattoirs montrent une différence hautement significative.

Ce taux de prévalence est :

- faible à ceux rapportés par :
  - GEZAHEGNE M et *al* [63], avec un taux de 5,07% sur un nombre total de 276 dromadaires abattus à l'abattoir de Dire Dawa en Ethiopie.
  - GEZAHEGNE M et *al*. [64], avec un pourcentage de 10.04% sur un total de 906 têtes de dromadaires abattus à l'abattoir d'Adissa Baba en Ethiopie.
- Supérieur à ceux rapportés par :
  - CHARTIER F et *al*. [62], avec un taux qui se situe entre 0.2% à 0.5% sur un nombre total de 546 dromadaires abattus à l'abattoir de Nwakchot en Mauritanie.
- comparable à ceux rapportés par :
  - MANSON ,1917 avec un taux de 2,8% sur total de 995 dromadaires abattus à l'abattoir du Caire en Egypte [157].

b. Facteurs de variations: Les principaux facteurs de variation pouvant influencée l'apparition de la tuberculose cameline sont :

### 1. le sexe :

L'analyse statistique montre que la différence des prévalences des cas suspects de tuberculose entre les deux sexes est non significative .Les résultats montrent que les proportions des cas suspects de tuberculose sont plus élevées chez les femelles (2,98 %) par rapport aux males, cela peut être expliqué par la sensibilité des femelles qui devaient supporté une gestation, une parturition puis une lactation et à sa longue vie productive.

Nos résultats sont comparables à ceux présentés par:

- TAZERART et HADOUCHE [158], dans une étude sur la tuberculose caprine dans deux abattoirs de Bejaïa, rapportant aucune différence statistiquement significative dans la prévalence de la tuberculose pour les deux sexes, et même constat a été déclaré par GEZAHEGNE M et al [63].

## 2. L'âge :

Nos résultats montrent que les cas suspects de tuberculose sont plus fréquents chez les sujets âgés de plus de 10 ans avec une prévalence de 5,34 %.

Le test indique que la répartition des cas suspects de tuberculose en fonction de l'âge est non significative .Cependant, la probabilité d'un cas suspect d'être âge>10 ans est supérieure à la probabilité d'être âgé entre 5-10 nettement supérieur à la probabilité d'être moins de 5 ans. L'étude statistique indique que la différence entre ces probabilités est significative.

Nos résultats sont :

- différents par rapport à ceux rapportés par GEZAHEGNE M et al. [63] qui indiquent que les lésions de la tuberculose cameline sont fréquentes chez les adultes entre 5-10 ans avec un taux de 6,13% par rapport aux autres classes d'âge.
- Comparables à ceux rapporté par GEZAHEGNE M et al. [64]

Cela peut être expliqué par la nature de la maladie qui est d'évolution chronique [113]; c'est la raison pour laquelle la maladie se manifeste fréquemment chez les animaux âgés.

c. Localisation des lésions: A l'inspection des carcasses, il en ressort que les lésions suspectes de tuberculose cameline sont essentiellement localisées au niveau du parenchyme pulmonaire avec un taux de 73,17%. Cette prédominance respiratoire est expliquée par le mode de transmission de la maladie [69]. Cette voie de transmission est considérée comme la voie principale chez le dromadaire [62], par les aérosols contenant des bacilles et passant immédiatement d'un animal excréteur à un autre sain [122].

Nos résultats sont semblables à ceux rapportés par :

- GEZAHEGNE et *al.* [63] qui indiquent que l'atteinte respiratoire est la plus fréquente avec un taux de 41,67 % au niveau du poumon chez les camelins.
- D'autres études menées chez le dromadaire par KINNE, J et *al.* [103] et WINDSOR, R.S, [159] rapportent que les lésions de tuberculose siègent dans les poumons avec un taux de 54,2% associés à des lésions ganglionnaires à 37,5%.

d. Laboratoire :

Dans le but de confirmer ou d'infirmer la présence de la tuberculose dans ces abattoirs, nous avons traité les carcasses suspectes de tuberculose par un examen bactériologique qui comporte les étapes suivantes :

- ✓ Examen direct ;
- ✓ Culture bactérienne ;
- ✓ Identification ;

- La bacilloscopie :

L'examen direct des frottis confectionnés ont révélé 2,43 % de lames positives. Ces résultats sont insuffisants mais ce n'est pas étonnant du moment que la bacilloscopie n'est pas sensible et il n'est positif que si le prélèvement contiendra de 5000 à 10.000 bacilles /ml [160]. De plus, il faut signaler que la bacilloscopie n'est pas spécifique car toutes les mycobactéries sont acido-alcool-résistantes [113].

Nos résultats sont :

- ❖ Faibles par rapport à ceux rapportés par GEZAHEGNE M et *al.* [63] avec un taux de positivité 28,6%.
- ❖ Comparables à ceux rapporté par ZANOLARI P [138], OEVERMANN A et *al.* [161] et GARCIA BOCANEGRA I et *al.* [162] qui indiquent que les

résultats de l'examen direct des échantillons chez le dromadaire sont variables, et la plupart des frottis révélant quelques bacilles acido-alcoolo résistants.

- Culture bactérienne :

Nous avons obtenu 04 cultures positives, un pourcentage de 9,75 % de cultures positives contre 90,40% négatives. Ce qui montre que le diagnostic de la tuberculose par la culture est plus sensible que l'examen bacilloscopique.

Nos résultats sont :

- ❖ supérieurs à ceux rapportés par GEZAHEGNE M et *al.* [63] avec un taux de positivité de 1,04 % sur un nombre total de 276 dromadaires abattus à l'abattoir de Dire Dawa en Ethiopie.
- ❖ Inferieur à ceux rapportés par par GEZAHEGNE M et *al.* [64] avec un taux de positivité 34% (31/91) dromadaires suspects de tuberculose abattus à l'abattoir d'Adissa Baba en Ethiopie.
- ❖ Comparable à ceux rapporté par SAHRAOUI et *al.* [104] avec 10,01% dans une étude menée sur la tuberculose bovine dans deux abattoirs en Algérie.

- Identification :

Cette identification a révélé un taux de 50% des souches de mycobactéries typiques, et 50% de souches atypiques.

- ❖ Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par SAHRAOUI et *al.* [104] dans une étude sur la tuberculose bovine dans deux abattoirs d'Alger, avec 50% des souches sont des mycobactéries typiques.

Nos résultats montrent que 50% s'agit de *M.bovis* et 50% de MNT.

- ❖ El Moussalmi déclare que le le *M. bovis* serait la mycobactérie la plus fréquemment en cause chez le dromadaire, et que *M. tuberculosis* et les mycobactéries atypiques ne seraient responsables que très rarement [163].

Même constat a été rapporté par :

- ❖ OSMAN qui a signalé un taux de 93,4% *M.bovis* sur 91/211 dromadaires abattus dans un abattoir en Egypte [164].

Cela peut être dû à la cohabitation du dromadaire avec les autres espèces et surtout le bovin.

- Examen histopathologique :

Les résultats de cet examen montrent la présence des granulomes tuberculeux entourés des lymphocytes, plasmocytes et macrophages révélant une nécrose caséuse centrale, présence de cellules géantes type langhans.

Nos résultats sont comparables à ceux rapportés par :

- ❖ RYAN E.G et *al* [77] ; STEVENS J.B et *al* [165], qui indiquent la formation de granulomes, avec infiltration par macrophages épithélioïdes dans le cas de la tuberculose cameline.
- ❖ Même constat été confirmé par OEVERMANN A et *al*. [161], GARCÍA-BOCANEGRA I et *al*. [162].
- ❖ ZANOLARI et *al*. [138] signalent la présence de cellules géantes type Langhans chez le dromadaire.
- ❖ SAHRAOUI et *al*. [154] dans une étude réalisée chez les ovins montrant la présence des lésions granulomateuses de type follicules épithélio-giganto cellulaires présentant une nécrose centrale caséuse détectée dans les échantillons positifs.

Nos résultats de l'examen anatomopathologique ont pus confirmé l'aspect des lésions pathognomonique de la tuberculose cameline qui ont été certifié dont les études précédentes.

## CONCLUSION

La tuberculose cameline est une zoonose majeure responsable de sérieux problèmes en santé publique. La présente enquête est réalisée dans les abattoirs du sud Algérien et chez l'espèce cameline.

Les résultats de cette enquête ont permis :

- caractériser les lésions de tuberculose cameline des carcasses inspectées dans trois abattoirs avec une proportion de 2,71%.
- les agents responsables de cette affection.

En réalisant l'examen bactériologique, la Bacilloscopie qui a révélé un faible pourcentage de B.A.A.R comparativement à la culture qui est la technique la plus sensible, couplée à une identification bactérienne.

Donc, notre enquête a pu confirmer l'existence de la tuberculose dans ces trois abattoirs et a permis l'identification de l'agent responsable qui est le *Mycobacterium bovis* sur les carcasses des dromadaires inspectés dans les trois abattoirs ainsi que la présence des Mycobactéries atypique durant la période de l'étude.

En conséquence, l'examen bactériologique a un grand intérêt tant pour la santé humaine que animale et reste un bon moyen de diagnostic de la tuberculose.

Enfin, cette étude a été réalisée en Algérie, une meilleure compréhension de la situation de la tuberculose des dromadaires dans deux abattoirs du sud de l'Algérie.

## RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

La tuberculose cameline existe dans nos abattoirs, il ne faut pas la sous-estimer, vue l'aspect zoonotique de la maladie et sa transmission entre les espèces. Nous proposons les :

### Recommandations:

En matière de la prophylaxie et de la lutte, à laquelle il faut donner beaucoup d'importance, nous incitons à :

- L'identification de tout le cheptel camelin au niveau national pour mieux contrôler son déplacement.
- La sensibilisation des vétérinaires inspecteurs des abattoirs sur la tuberculose cameline.
- L'inspection approfondie des carcasses qui peut révéler l'existence des lésions tuberculeuses.
- Renforcer la surveillance, la traçabilité du cheptel camelin, et localiser l'origine des porteurs de lésions afin d'identifier les zones et les élevages infectés.
- La mise en place des moyens efficaces de dépistage de la tuberculose de dromadaire sur le terrain.
- Eviter la cohabitation des différentes espèces animales.
- La sensibilisation des citoyens sahariens sur cette zoonose, et le danger sanitaire sur les produits d'origine animale tel que : le lait, la viande.

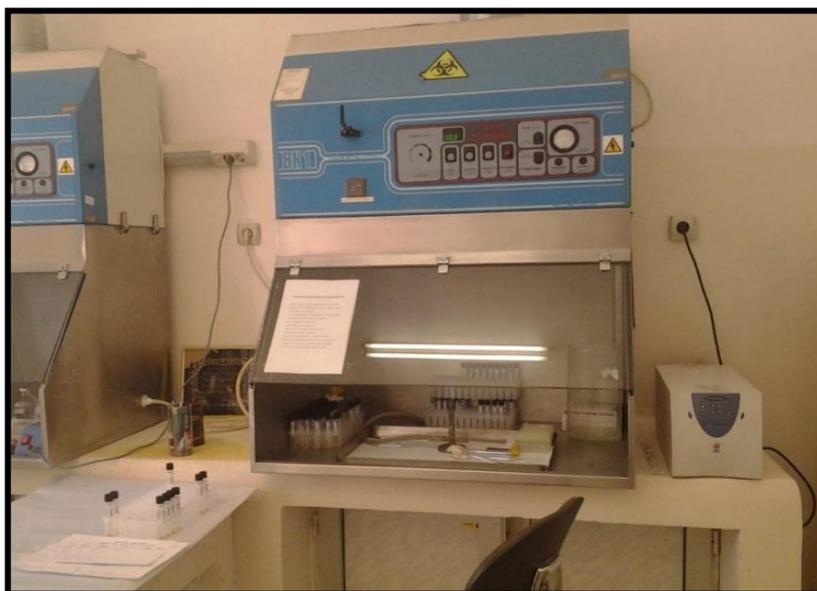
### Perspectives :

Durant notre travail, nous n'avons ciblé que trois abattoirs, nous préconisons que d'autres enquêtes soient initiées pour parfaire nos connaissances épidémiologiques sur cette zoonose majeure.

- ❖ Elargir l'échantillon sur la totalité du territoire national.
- ❖ Identification et caractérisation moléculaire des souches isolées.

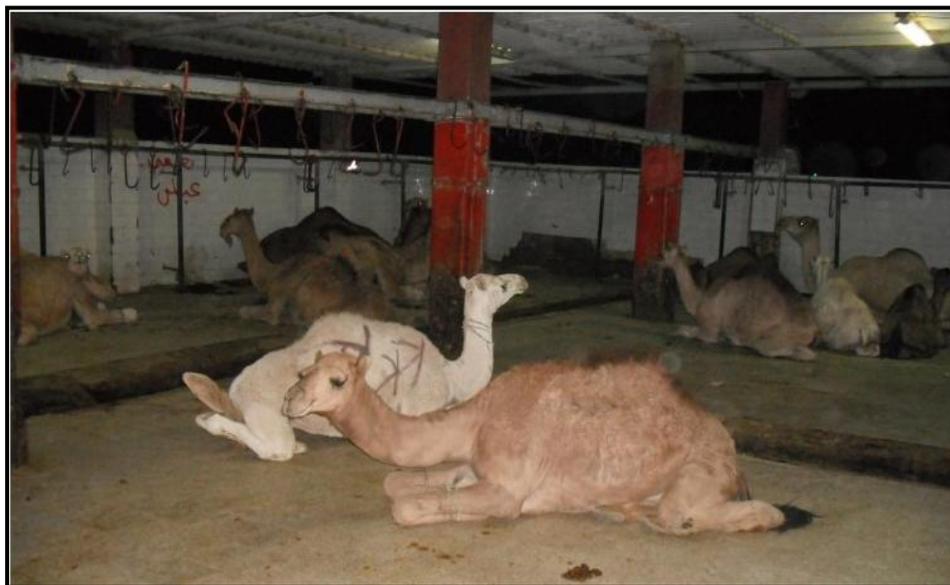
**APPENDICE A**  
**LISTE DES ABREVIATIONS**

|            |   |
|------------|---|
| B.A.A.R :  | Bacille Acido-Alcool-Résistant                |
| B.C.G :    | Bacille de CALMETTE et GUERIN                 |
| ELISA :    | Enzyme-linked Immunosorbent Sorbent Assay     |
| H.S.R :    | Hypersensibilité retardée                     |
| I.D.C :    | Intradermotuberculation comparative           |
| I.D.S :    | Intradermotuberculation simple                |
| L-J :      | Lowenstein-Jensen                             |
| <i>M</i> : | <i>Mycobactérium</i>                          |
| M.N.T :    | Mycobactérie(s) non tuberculeuse(s).          |
| M.R.L.C :  | Maladie Réputée Légalement Contagieuse        |
| NaOH :     | Hydroxyde de sodium.                          |
| PCR :      | Polymerase Chain Reaction.                    |
| PNB :      | Acide para nitrobenzoïque                     |
| TCH :      | Hydrazide de l'acide thiophène-2-carboxylique |
| UV :       | Ultraviolet                                   |
| $\chi^2$ : | khi deux                                      |

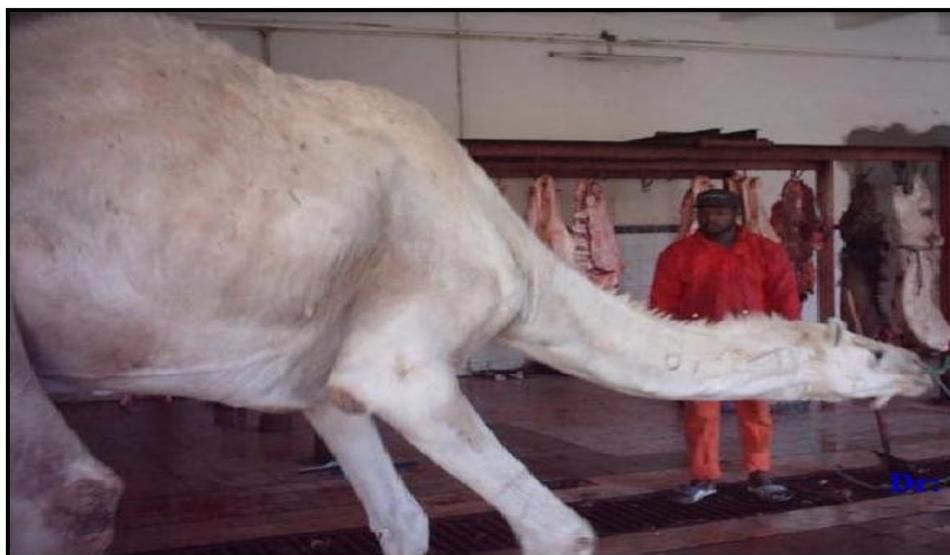
**Appendice B : Hotte de biosécurité****Appendice C :**

Les dromadaires rentrant à l'abattoir d'Ouargla

## Appendice D: les différents stades d'abattage



Dromadaire en salle d'attente (abattoir Ouargla 2015)



Les sujets sont dirigés vers la salle d'abattage.



Tête tournée vers l'arrière.



La saignée



Le dépouillement

**Appendice E: Fiche de renseignements de l'animal**

-Numéro du pot :

Date :

Abattoir :

Abattoir :

Espèce :

Sexe :

Age :

Partie touchée :

Type de tuberculose (généralisée ou localisée) :

**APPENDICE F : Formules pour estimer la sensibilité et la spécificité d'un test**

|   |         | <b>Situation réelle</b> |                        |
|---|---------|-------------------------|------------------------|
|   |         | <b>Infectés</b>         | <b>Indemnes</b>        |
| <b>RT</b>   | Positif | <b>VP</b>               | <b>FP</b>              |
|   | Négatif | <b>FN</b>               | <b>VN</b>              |
|   | Total   | VP+FN                   | VN+FP                  |
|   |         | <b>Se = VP/VP+FN</b>    | <b>Sp = VN/VN+FP</b>   |
|   |         | <b>VPP = VP/ VP+FP</b>  | <b>VPN = VN/ VN+FN</b> |
| <p>VP : vrais positifs, FN : faux négatifs, FP : faux positifs, VN : vrais négatifs, Se : sensibilité,<br/>           Sp : spécificité. VPP : valeur prédictive positive, VPN : valeur prédictive négative.<br/>           RT : réponse du test</p> |         |                         |                        |

## REFEREBCCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Pauline Genevieve Andrea, Delnatte., “Etude de la tuberculose chez l’éléphant : importance en parc zoologique”Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire (diplôme d’état), (2008), TOU 3 – 4014.
2. Melanie, Fransoise, Sophie Dubois., “Les tuberculoses chez l’animal et l’homme actualités épidémiologiques et diagnostiques”. THESE : 2002 – TOU 3 – 4103, p 39-146.
3. Kraussh., Schiefer HG., weber A., Sclescicka W., Appel M., Graeventiz AV., Enders B., Zahner H., Isenberg DH., 2003. “Zoonoses book:Infectious disease Transmissible from animals to Humans”. 3rd ed.Washington DC: AM press, (2003), pp. 209-211.
4. Ameni G., Vordermeier MB., Firdessa RC., Aseffa AC., Hewinson GB., Gordon SV., Berg S .,“Mycobacterium tuberculosis infection in grazing cattle in central Ethiopia”. Vet. J. 188(3), (2010): 359-361.
5. Mustafa I.E., “Bacterial diseases of dromedaries and bactrian camels” . Rev. sci. tech. Off. int. Epiz ., 6 (2),(1987), 391–405.
6. Wilson R.T., “The one-humped camel in the word”. Options Méditerranéennes – Série Séminaires, (1989), 2:15-17.
7. Littlewood W., “Camel tuberculosis” .(1888),Egyptian Official Gazette (cite dafter Mason, 1912).
8. Sahraoui N., “La tuberculose bovine et son impact sur la santé humaine”. Thèse de doctorat, Taref, Institut des sciences vétérinaires, (2009), 155p.

9. Faye et Al., Bonnet P., Charbonnier G., Marti., “Le chamelon, futur de l'élevage camelin”. Bilan des activités de recherche sur le dromadaire par analyse bibliométrique de la littérature scientifique. Cas particuliers des travaux sur le chamelon. Atelier International sur le chamelon. Ouarzazate, (24-26 oct.1999), Maroc.Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop ., 53, 125-131.
10. Faye B., Le guide de l'élevage du dromadaire. Ed. Sanofi, Libourne (1997).
11. Acsad., “The Socio-Economic of camel Herders in Sudan”. The camel Applied Research and Development Network CARDN/ACSAD/Camel/P102/ (2002).
12. Baissa B.H., “L'utilisation du 5 ème quartier chez le dromadaire” Thèse de docteur vétérinaire –Université de Constantine. (1988) p5.
13. Faye B., Guide de l'élevage du dromadaire, Editions SANOFI. “Santé et Nutrition Animale”. (1997) p, 83-85.
14. Falah K. Al-Ani ., “Camel Encyclopaedia”; First Edition(Dar Echerrouk),(1997) p42.
15. Corraera A., “dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du parc national du banc d'ARGUIN (MAURITANIE)”-Thèse Docteur Ecologie et gestion de la biodiversité, Muséum national d'histoire naturelle de paris, (2006), p32 -43.
16. Lasnami K., “Le dromadaire en Algérie. Perspective de développement”.Thèse Magis. Agro. I.N.A. El Harrach. Algérie. (1986), 185P.
17. Richar D., “Dromadaire et son élevage” I.E.M.V.T,(1985) p: 40,76.
18. Faye B., “L'élevage du dromadaire dans le Monde”. Cours Approfondi sur le développement de l'élevage camelin. Rabat, Maroc, (4-15 mars 2002).
19. Faye B., 2013. “Classification, history and distribution of the camel” dans: Camel meat and meat products, CABI, U.K., (2013) p.1-7, 258 p.

20. Gauthier-Pilters H., "The camel. Its evolution, ecology, behaviour and relationship to man". University of Chicago press, Chicago (USA)(1981);1-208.
21. Chaibou M., "La productivité pastorale et zootechnique du désert. Le cas du bassin laitier d'Agadez". Thèse Univ ; Montpellier II (France), (2005), 250p.
22. F.A.O., Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (1984).
23. Bourzat D., Wilson R.T. La recherche cameline en Afrique Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 1987, 6 (2), p 375-382.
24. Adamou A., "L'élevage camelin en Algérie: Système à rotation lente et problème de reproduction, profils hormonaux chez la chamelle Chaambi". Thèse de Doctorat université Badji Mokhtar- ANNABA, (2008), 247 p.
25. Faostat, "Données statistiques de la FAO, domaine de la production agricole" : Site web :<http://faostat.fao.org/site/573/default.aspx#ancor>, consulté le(10/04/2013).
26. DSV/MADR., Division Bio ressources projet 6:"Les pathologies dominantes dans L'élevage Camelin En Algérie"(2005).
27. CAW, GHARDAIA., Chambre d'Agricole, Wilaya de Ghardaia (2009).
28. Babelhadj B., "Etude Ostéo-Biométrique de dromadaire cas de la population Sahraoui", thèse de magister. Université d'Ouargla ,(2012), P137.
29. M.A.D.R.Ministere d'agriculture ET DEVELOPPEMENT RURAL., Rapport Work Shop Ouargla, (Nov 2011).
30. MADR., Ministère d'Agriculture et Développement Rural. Statistiques agricoles. Série B 2006-2007.
31. Ben Aissa., "Le dromadaire en Algérie", ministère de l'agriculture, Alger, série séminaires n02-1989, p20.

32. Madani T., Yakhlef H., Abbache N., Atelier N°3 Biodiversité importante pour l'agriculture', (2003),44-51,78 p.
33. Boue (A) ., "L'originalité du chameau" in : revue d'élevage et de Médecine vétérinaire des pays Tropicaux N°2,(1952),Pp 193-201.
34. Ben Aissa(R)., "le dromadaire en Algérie"-Séminaire sur le dromadaire, Ouargla Algérie, (1988), pp20-21.
35. Adamou A., "L'élevage camelin en Algérie" : quel type pour quel avenir, Sécheresse (2008) ; 19 (4) : 253-60.
36. Blajan L., Lasnami K., "Nutrition et pathologie du dromadaire".Options Méditerranéennes - Série Séminaires n°2, (1989),131-139.
37. Ibba M I., "Conduite de l'élevage camelin (wilaya de Tamanrasset) les paramètres de production et de reproduction (Cas de la région du Hoggar)". (2007) p134.
38. Thoen C.O., Lobue P.A., DE Kantor i., "The importance of Mycobacterium bovis as a zoonosis" .Vet. Microbiol., 112 (2–4),(2006) 339–345.
39. Benet J.J., "Tuberculose animal", Polycopié d'enseignement de maladies contagieuses".Ecoles Nationales Vétérinaires Françaises,.Maladies contagieuses(2004).
40. O.V.F, Office fédéral vétérinaire ., , Département fédéral de l'économie DFE, confédération suisse,(2011).
41. Thoen C O, Lobue P A, Enarson D A, Kaneenej B.,"De Kantor in Tuberculosis: a re-emerging disease in animals and humans". In: Kaplan B, Kahn L H, Monath T P, ed. 'One Health -One Medicine': linking human, animal and environmental health.Vet Ital; (2009), 45: 135–181.

42. Crubezy E., Ludes B., Poveda JD., Clayton I J., Crouau RB., Montagnon D., "Identification of Mycobacterium DNA in a Egyptian Pott's disease of 5400 years old". In: CR.Acad.Sci.Paris , Vol.312,(1998) p.941-951.
43. Diguimbaye., "La tuberculose humaine et animale au Tchad : contribution à la mise en évidence et caractérisation des agents causaux et leur implication en santé publique", (2004), P 24.
44. E.N.V.F., Ecoles Nationales Vétérinaires Françaises."Chaires des maladies contagieuses. La tuberculose". (Septembre 1990). 152p. RHONE MERIEUX.
45. Hansen G.A., "Under sogelser angaaende spedalskhedens arsager". Norsk Magasin for laege vitenskapen, (1874), 4: 1-88.
46. Benet JJ., "La tuberculose animale", Polycopié des Unites de Maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, Merial (Lyon), (2008),74p.
47. Thorel Marie Françoise., "Tuberculose. Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail (Europe et régions chaudes)", (2003), P 927-946.
48. Gerbeux T., "Tuberculoses de l'enfant OMC", paris, 4086, (1973),K1 -9.
49. Gallagher J., Jenkins P.M., "Mycobacterial diseases.In Zoonoses biology,clinical practice,and public health control"(Palmer S.R., Lord Soulsby,and Simpson D.I.H,Eds).Oxford University Press(1998).
50. Grange J.M., "Mycobacterial diseases ". In I.Phillips,ed.Currents topics in infection:N°1.Edward Arnold Publishers.Ltd.,U.K,(1980).
51. Lowell A. M., "Tuberculosis: its social and economic impact and some thoughts on epidemiology", p. 1021 -1056. In P.Kubica and L. G. Wayne (ed.), the mycobacteria. Part B.Marcel Dekker, New York, (1984).

52. Guiard I., "Synthèse d'antigènes présentés par la protéine CD1b, analogues des sulfoglycolipides diacylés mycobactériens. Vers un nouveau vaccin contre la tuberculose".Thèse de doctorat en chimie organique .Toulouse, université Paul Sabatier, (2008), 191p.
53. Buhler V.B., Pollak., "The cultural characteristics and animal pathogenicity of an atypical acid fast organism which causes human disease". In:Amr.Rev.Tub., Vol.71,(1955), p.74.
54. Castets M., Boisvert H., Grumbach F., Brunel H., Rist N., "Les bacilles tuberculeux de type africain". In :Rev. Tub. Pneum., Vol.32., (1968), p. 179-184.
55. Aranaz A., Cousins D., Mateos A., Dominguez L., "Elevation of *Mycobacterium tuberculosis* subsp.caprae" . Aranz et al. 1999 to species rank as *Mycobacterium caprae* comb nov ., spnov. In: International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, Vol.53, (2003), p.1785-1789.
56. Niemann, S., E. Richter, et S. Rusch-gerdes., "Biochemical and genetic evidence for the transfer of *Mycobacterium tuberculosis* subsp Caprae". Aranaz et al.1999 to the species *Mycobacterium bovis* Karlson and Lessel 1970 (approved lists 1980) as *Mycobacterium bovis* subsp. Capraecomb.In:nov.Int.J.Syst.Evol.Microbiol. Vol.52, (2002), p .433-436.
57. DE list G., Mackintosh C.G., Bengis R.G., " *Mycobacterium bovis* in free-living and captive wildlife,including farmed deer". In:Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., Vol.20, (2001), p.86-111.
58. Isaza R., "Tuberculosis in all taxa," In: Zoo and Wild Animal Medicine, 5th edition (M. E. Fowler and R. E. Miller, eds.), WB Saunders Company St. Louis,MO, (2003), p. 689-699.
59. Benet JJ., Praud A., et al., "La tuberculose animale. Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles Nationales Vétérinaires françaises", Mériat (Lyon),(2014), 100 p.

60. CIRAD-EMVT .documentation plus de 20 ans.
61. Chamoiseau G., Bah S. O., ahmed vall S. M. O., “Un cas de tuberculose pulmonaire chez un dromadaire”. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 38(1) (1985), 28- 30.
62. Chartier F., Chartier C., Thorel M.F., Crespeau F., “A new case of *Mycobacterium bovis* pulmonary tuberculosis in the dromedary (*Camelus dromedarius*) in Mauritania”. In: Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., Vol. 44(1),(1991), p. 43- 47.
63. Gezahegne M., Aychilum K., Mohammed S., Gobena A., A Cross study of camel tuberculosis in Ethiopia Bull. Anim. Hlth. Prod. Afr., 57, (2009), 13 - 20.1.
64. Gezahegne M., Bayleyegn, G., Tessema, T., Legesse, M., Medhin .., Bjune, G. et al., Pathology of camel tuberculosis and molecular characterization of its causative agents in pastoral regions of Ethiopia, (2011). PLoS One. 6:e15862.
65. Melanie, Fransoise, Sophie Dubois., Les tuberculoses chez l’animal et l’homme actualités épidémiologiques et diagnostiques, (2002).
66. Boukary A.R ., Thyse E., Mamadou S., Rigouts L., Mattyse F., Vias Francks.G., Gamatie D., Yenikoye A., Saegerman C., “La tuberculose à *Mycobacterium bovis* en Afrique subsaharienne”. In: Ann. Med. Vet., Vol.155, (2011), p.23- 37.
67. Michel A. L., Muller B., Helden P.D.V., *Mycobacterium bovis* at the animal-human interface: a problem, or not? . In: *veterinary microbiology*, 140, (2010), p.371 -381.
68. Biet F., Boschioli M.L., Thorel M.F., Guilloteau L A., Zoonotic aspects of *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium-intracellulare* complex

- (MAC) .In:Vet .Res., Vol.36,(2005), p. 411-436.
69. O'reilly L.M., Daborn C.J., The epidemiology of *M bovis* infection in animals and man: a review. In:Tubercle and Lung Disease, Vol. 76(1),(1995) p. 1-46.
70. DE la rua-domenech R., Humain *Mycobacterium bovis* infection in the United Kingdom: Incidence,risks,control measures and review of zoonotic aspects of bovine tuberculosis.In:Tuberculosis,Vol.86,(2006), p.77-109.
71. DE kantor I.N.,Ambroggi M., Poggi S., Morcillo N.,DA silva Telles M.A.,Osorio.,Ribciro M .,Garzon Torres M. C., Lierena Polo C., Ribonw.,Garcai V.,Kuffo D.,Asencios L.,Vasquez Campos L.M., Rivas C., DE waard J.H., Humain *Mycobacterium bovis* infection in ten Latin American countries.In :Tuberculosis,Vol.88(4),(2008),p.358-365.
72. Hars J., Richome C., Boschiroli M.L., La tuberculose bovine dans la faune sauvage en France .In : Bulletin épidémiologique, (2011), N°38 /Spécial zoonoses.
73. Wernery U., Kinne J., Tuberculosis in camelids”: a review Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 31 (3),(2012), 899-906.
74. Mason F.E., “Some observations on tuberculosis in camels in Egypt”. J. comp. Path. Therap., 25, (1912), 109–111.
75. Fowler M.E ., “Infectious diseases. In Medicine and surgery of camelids” (M.E. Fowler, ed.), 3rd Ed.Wiley-Blackwell, Ames, Iowa, (2010), 173–230.
76. Dinkla E.T.B., Haagsma J., Kuyvenhoven J.V., Veen J. ET Nieuwenhuijs J.H.M., – “Tuberculosis in imported alpacas in the Netherlands”: a zoonosis – now what? [in Dutch]. *Tijdschr. Diergeneeskd.*, 116 (9),(1991), 454–460.

77. Ryan E.G., Dwyer P.J., Connolly D.J., Fagan J., Costello E. ET More S.J., “Tuberculosis in alpaca (*Lama pacos*) on a farm in Ireland”. 1. A clinical report. Irish vet. J.61 (8), (2008), 527–531.
78. Twomey D.F., Crawshaw T.R., Anscombe J.E., Barnett J.E.F., Farrant L., Evans L.J., Mcelligott W.S., Higgins R.J., Dean G.S., Vordermeir H.M. & DE la rua domenech R., “Assessment of ante mortem tests used in the control of an outbreak of tuberculosis in llamas (*Lama glama*)”. Vet. Rec., 167 (13), (2010), 475–480.
79. Connolly D.J., Dwyer P.J., Fagan J., Hayes M., Ryan E.G., Costello E., Kilroy A. & More S.J. “Tuberculosis in alpaca (*Lama pacos*) on a farm in Ireland. 2. Results of an epidemiological investigation”. Irish vet. J., 61 (8), (2008), 533–537.
80. Barlow A.M., Mitchell K.A. & Visram K.H., – “Bovine tuberculosis in llama (*Lama glama*) in the UK”. Vet. Rec., (1999), 145 , 639–640.
81. LYC., “Santé animale et pauvreté en Afrique”. In: Ahmadou Aly Mbaye, David Roland-Holst, Joachim Otte (Eds.). Agriculture, élevage et pauvreté en Afrique de l’Ouest”. CREA-FAO: Rome, (2007), 71 -85.
82. Ngandolo B.N., “Diagnostic et Épidémiologie Moléculaire de la Tuberculose Bovine au Tchad: Cas des Bovins Destinés à l’Abattage”. Thèse de doctorat, Bale, l’Université de Bâle(Suisse), (2012) ,197p.
83. Sahraoui N., Zelleg S., Yousfi N., Zinsstag Jakob and Guetarni D., “Survey on tuberculosis goats in two slaughterhouses in Algeria”. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(32), (2011), pp. 6741 -6744, 26.
84. Benet JJ., Boschioli M.L., 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”. In : Epidémiol. et santé anim., Vol.50,(2006),p.127-143.

85. Refai M ., Bacterial and Mycotic Diseases of Camels in Egypt (1992).
86. Ozyigit M.O., Senturk S., Akkok A.,“Suspected congenital generalized tuberculosis in a new born calf”. In:Veterinary Record ,Vol.160,(2007), p.307-308.
87. Pollock J.M., Neill D., “*Mycobacterium bovis* infection and tuberculosis in cattle”.In:The Veterinary Journal , Vol.163,(2002),p. 115-127.
88. Lavie P., Calavas D., “La tuberculose”-Fiche Zoonoses-Afssa Lyon.In : Bulletin des GTV, (2007), n°38,91-92.
89. Benet J.J., “Tuberculose animale”. Ecoles nationales vétérinaires Françaises. Maladies contagieuses (2009).
90. Thoen C.O., Himes E.M.,“Tuberculosis”. In: Infectious Diseases of Wild Mammals”. 2nd ed. Ames:The Iowa State University Press(1981),p. 263-274.
91. Daborne C.J., Grange J.M., “ HIV/AIDS and its implication for the control of animal tuberculosis”. In:Brit. Vet. J., Vol.149, (1993), p. 405-413.
92. Cousins DV., “*Mycobacterium bovis* infection and control in domestic livestock”. In:Rev.Sci.Tech.Off.Int.Epiz., Vol.20,(2001), p.71-85.
93. Cosivi O., Grange J.M., Daborne C.J.,Raviglione M.C. ,Fujikura T.,Cousins D., Robinson A.R., Huchzermeyer H.F.,Meslin F.X., “Zoonotic tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in developing countries”.In:Emerg.Infect.Dis.,Vol.4,(1998),p.59-70.
94. Archibald R. G.,“Acid-fast bacilli in a camel’s lung, the gros; lesions of which closely simulated miliary tuberculosis”. J. camp. Path. Ther.,(1920), 20 :56-51.
95. Leese A. S., “Acid-fast bacilli in camel’s lung with lesions resembling those of tuberculosis”. J. camp. Puth.Ther. (1910), 23 : 358-359.

96. Rastogi N., Legrand E., Soca C., "The *Mycobacteria*: in introduction to nomenclature and pathogenesis". In: *Rev.Sci.Tech.off.Int.Epiz.*, Vol. 20 (1), (2001), p.21-46.
97. Maeder., "Etude de la tuberculose chez le sanglier". Thèse Doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, (2008).
98. Jager P.E.J., "Evaluation du risque de tuberculose bovine dans le département de l'YONNE". Thèse pour le doctorat vétérinaire, Creteil, école nationale vétérinaire d'Alfort, (2010), 138p.
99. Coetzer J.A.W., Tustin R.C., "Infections diseases of livestock". Chapter *Mycobacteria Introduction* . Section 5 Bacterial diseases. Volume 3, (2004), p.1965-1972 , 2nd edition, Oxford editorial.
100. Cousins D., Bastida R., Cataldl A., Quse V., Redrobe S., Dow S., Duignan P., Murray A., Dupont C., Ahmed N., Collins D.M., Butler W.R., Dawson D., ET AL. "Tuberculosis in seals caused by a novel member of the *Mycobacterium tuberculosis* complex, *Mycobacterium pinnipedii* sp". In: *Intern. J. Syst.. Evol. Microbiol.*, Vol. 53, (2003), p.1305-1314.
101. Michalak K., Austin C., Diesel S., Bacon M.J., Zimmerman P., Maslow J.N., " *Mycobacterium tuberculosis* infection as zoonotic disease transmission between humans and elephants". In: *Emerg. Infect. Dis.*, Vol.4, (1998) p.283-287.
102. Benard G., "Les viandes tuberculeuses" cours de l'école nationale vétérinaire de toulouse (2007).
103. Kinne J., Johnson B., Jahans K.L., Smith N.H., et al., "Camel tuberculosis, a case report". In: *Trop. Anim. Health. Prod.*, Vol.38 (3), (2006), p. 207-213.
104. Sahraoui N., Muller B., Yala D., Ouzrout R., Zinsstag J., Boulahbal F., Guetarni D., "Investigation about the bovine tuberculosis in two Algerian

slaughterhouses". In: African Journal of Agricultural Research , Vol. 3 (11), (2008), p. 775-778.

105. Pate M., Svara T., Gombac M., Paller T., Zolnir-Dovc M., Emersic I., Prodinge W.M., Bartos M., Zdovc I., Krt B., Pavlik I., Cvetnic Z., Pogacnik M. & Oceppek M. "Outbreak of tuberculosis caused by *Mycobacterium caprae* in a zoological garden". J.vet. Med., B, 53 (8), (2006), 387–392.

106. Prodinge W.M., Brandstatter A., Naumann L., Pacciarini M., Kubika T., Boschirolim.L., Aranaz A., NAGY G., Cvetnic Z., Oceppek M., Skrpnik A., Erler W., Neimanns., Pavlik I., Moser I., "Characterization of *Mycobacterium caprae* isolates from Europe by mycobacterial interspersed repetitive unit genotyping". In: Journal of Clinical Microbiology, Vol.43(10), (2005), p.4984-4992.

107. DENIS F., PERRONNE C., "*Mycobacterium tuberculosis* et mycobactéries atypiques", Elsevier Masson, (2004), 298p.

108. David H.L., Levy –Frebault V., Thorel M.F., "Méthodes de laboratoire pour mycobactériologie". Clinique-Institut Pasteur. Paris. Commission des laboratoires d'Expertise et de référence (1989).

109. Elawad A., Fears grow as CDC reports "totally drug resistant tuberculosis emerging". Step 'N'run medics, Médical News, (2013).

110. Benet., "Tuberculose animale". Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire Française. Unité des maladies contagieuses, (2005).

111. Minoungou C., Lutte anti-tuberculeuse. Votre santé N°199, (2013).

112. Denis F., Martin C., "Mycobactéries". In Bactériologie médicale : techniques usuelles. Masson, 34, (2007), 467-488.

113. Carbonelle B., Dailloux M., Lebrun L., Maugein J., Pernot C. ET AL., "Mycobactéries et mycobactérioses"-cahier de formation de biologie médicale n°29,(2003), p.14-70.
114. Freney J., Renaud F., Leclercq R., Riegel P., "Précis de bactériologie clinique". (2007),Paris, éditions ESKA, 1274p.
115. Avril J.L., Dabernat H., Denis F., Menteil H., Bacteriologie clinique (2003),édition ellipses.534p.
116. Wernery U., Kaaden OR., Kinne J., Bornstein S., "Infectious Diseases in Camelids",(2002), 2<sup>nd</sup> Ed., Blackwell Science, Berlin
117. Johnson C.T., Winkler C.E., Boughton E. Penfold J.W.F., "Mycobacterium kansasii infection in a llama". Vet. Rec., 133 (10), (1993) 243\_ 244.
118. Benet, "Tuberculose animale". Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire Française. Unité des maladies contagieuses,(2001).
119. Abdurahman O.S.Bornstein S., "Diseases of camels (Camelus dromedarius) in Somalia and prospects for better health". Nomadic Peoples, 29, (1991), 104–112.
120. Lyashchenko K.P., Greenwald R., Esfandiari J., Meylan M., Burrii.H., Zanolari P., Antibody responses in New World camelids with tuberculosis caused by Mycobac, (2007).
121. Acha P.N., Szyfres B., "Zoonoses et maladies transmissibles à l'homme et aux animaux", 3 ème éd.Paris, France,(2003).
122. OIE, Office international des epizooties., Chapitre 2. 3.3. Tuberculose bovine .Manuel terrestre de l'OIE, (2005).

123. Thorel M.F., Karoui C., Varnerot A., Fleuv A., Isolation and pathogenic of *Mycobacterium bovis* in animals and humans .In: *vet .Res .*, Vol.29, (1998), p. 207-218.
124. Riquelme L.A.Y., “La tuberculose chez la faune sauvage captive et test de l’interféron *gamma* pour son diagnostic ante-mortem .Contribution à la mise en place d’un contrôle interne du test pour quelques espèces sauvages”. Thèse pour le doctorat vétérinaire, Creteil, ENVA, (2009), 241 p.
125. Wernery U., Kinne J., Jahans K.L., Vordermeier H.M., Esfandiari J., Greenwald R., Johnson B., Ul-haq A. &Lyashchenko K.P., “Tuberculosis outbreak in a dromedary racing herd and rapid serological detection of infected camels”. *Vet. Microbiol.*, 122 (1–2),(2007),108–115.
126. Dean G.S., Crawshaw T.R., DE la rua-domenech R., Farrant L., Greenwald R., Higgins R.J., Lyashchenko K., Vordermeier H.M. & Twomey D.F., “Use of serological techniques for diagnosis of *Mycobacterium bovis* infection in a llama herd”. *Vet. Rec.*, 165 (11), (2009), 323–324.
127. Bush M., Montali R.J., Phillips L.G. & Holobaugh P.A., “Bovine tuberculosis in a Bactrian camel herd: clinical,therapeutic, and pathologic findings”. *J. Zoo Wildl. Med.*, 21 (2), (1990), 171–179.
128. Lecu A., Riquelme L., “Evolution des outils diagnostiques de la tuberculose des espèces animales sauvages”. In: *Bull. Acad. Vét. France*, Vol. 161, (2008), p. 151-157.
129. Merial,“Tuberculose animale”. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire Française. Unité des maladies contagieuses,(2006).
130. Cardoso MA., Cardoso R.F., Hirata R.D.C.,Hirata M.H.,Leite C.Q.F., Santos A.C.B., Siqueira V.L.D., Okano W.,Rocha N.S.,Lonardoni M.V.C., “Direct detection of *Mycobacterium bovis* in bovine lymph nodes by PCR”. In: *Zoonoses and public health*, Vol.56, (2007) p.465-470.

131. Watrelot-Virieux D., Drevon-Gaillote., Toussaint Y., BELLI P., “Comparaison of three diagnostic detection methods for tuberculosis in French cattle” .In: *Journal of Veterinary Medicine*, Vol.53,(2006),p.321-325.
132. Nolte ET Metchock., “Mycobacterium”.In manual of clinical microbiologie 6thed, American society for microbiology Washington Dc., Vol.34,(1995), p. 400-437.
133. Schmitt, S. M., S. D. Fitzgerald, T. M. Cooley, C. S. Bruningfann, L. Sullivan, D. Berry, T. Carlson, R. B. Minnis, J. B. Payeur & J. Sikarskie., “Bovine tuberculosis in free-ranging white-tailed deer from Michigan”. *Journal of Wildlife Diseases* 33, (1997), 749-748.
134. OIE., Office international des epizooties., Chapter 2,4 ,7. “Bovine tuberculosis” .OIE .Terrestrial Manual, (2009).
135. Grosset J., Boisvert H., Truffot-Pernot C., In :bactériologie médicale L. Leminor et M.Veron (ed).Flammarion , Paris (1990).p.965-1017.
136. Brosch R., Gordon S.V., Marmiesse M., Brodin P., Buchrieser C., Eiglmeier K., “A new evolutionary scenario for the Mycobacterium tuberculosis complex”. In: *Proc. Natl.Acad.Sci.USA* ., Vol.99,(2002), p.3684-9.
137. Cuizl., Wang J., Huang XC., LU jm., hu zy., “Fast identification of mycobacteria in microtiter liquid culture”. Shanghai Key Laboratory of Tuberculosis, Shanghai Pulmonary Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200433, China *Zhonghuayu Fang yixuezazhi* [Chinese Journal of Preventive Medicine],(2011), [45(1):17-20].
138. Zanolari P., Robert N., Lyashchenko K.P., Pfyffer G.E., Greenwald R., Esfandiari J. & Meylan M., “Tuberculosis caused by *Mycobacterium microti* in South American camelids”. *J. vet. internal Med.*, 23 (6),(2009), 1266–1272.

139. Haagsma J., "Working Paper on Recent Advances in the Field of Tuberculosis Control and Research". World Health Organization Meeting on Zoonotic Tuberculosis with Particular Reference to *Mycobacterium bovis*, (15 November 1993), Geneva, Switzerland.
140. Abebe F., Holm-hansen C., Wiker hG ., Bjune G., "Progress of serodiagnosis of *Mycobacterium tuberculosis* infection". *In: Scandinavian Journal of Immunology*, Vol.66, (2007), p.176-191.
141. Merial., Tuberculose animale. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire Française. Unité des maladies contagieuses(2001).
142. Collet C., Simonney S., Honore-Bouakline S., Wargnier A., Lagrange P.H., Herrmann J.L., Tuberculose et diagnostic rapide: avancées ou échec ?rapid diagnostic tests for tuberculosis :improvement or failure ?. *In : Immuno-analyse et Biologie Spécialisée*, Vol.18, (2003), P.283-288.
143. Cattoir V., Identification moléculaire des mycobactéries et détection de la résistance aux antibiotiques. *In : Ann. Biol. Clin.*, vol.62, n°4,(2004), p.405-413.
144. Durand B., Gouyet L., Ostyn A., Thorel M.F., Haddad N., Interet épidémiologique du typage moléculaire de *Mycobacterium bovis* .*In : Bulletin des GTV.*, (23 janvier/février, 2004), p.311-314.
145. Henault S., Karoui C., Boschioli ML ., A PCR-Based method for tuberculosis detection in wildlife.*In: Developments in Biologicals*, Vol.126,(2006),p. 123-132.
146. Hadded N., Masselot M., Durand B., "Molecular differentiation of *Mycobacterium bovis* isolates" .Review of main techniques and applications .*In:Research in veterinary science*,Vol.76,(2004),p. 1 -18.
147. Walravens K.,Allix C.,Supply P.,Rigouts L.,Godfroid J.,GOVAERTS M.,Portaels F.,Dufey J.,Vanholme L.,Fauville-Dufaux M.,Saegerman C., "Dix

années d'épidémiologie moléculaire de la tuberculose bovine en Belgique".In :*épidémiol et santé anim.*,Vol.49,(2006),p.103-111.

148. Sahraoui N., Muller B., Guetarni D., Boulahbal F., Yala D., Ouzrout R., Zinsstag J., "Première caractérisation moléculaire de souches de *Mycobacterium bovis* et *Mycobacterium caprae* par spoligotypage en Algérie".In :*Epidémiol et santé anim.*,Vol.57,(2010),p.147-154.

149. Durr P.A., Hewinson R.G. et Clifton-Hadley R.S., "Molecular epidemiology of bovine tuberculosis. I. *Mycobacterium bovis* genotyping". Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 19,(2000), 675–688.

150. Collins JD ., "Tuberculosis in cattle: strategic planning for the future". In: Vet. Micro., Vol.112,(2006), p.369-381.

151. Lobue P., Public health significance of M.bovis .InC.O.Theon, J.H.Steel, M.J.Gilsdorf,"*Mycobacterium bovis* infection in animals and humans", second edition,Blackwell publishing,(2006).

152. Berdah D., "La vaccination des bovidés contre la tuberculose en France, 1921-1963:entre modèle épistémique et alternative à l'abattage". In : Revue d'études en Agriculture et environnement, Vol.91(4), (2010), p.393-415.

153. Sieng M., "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 pour obtenir le grade de docteur vétérinaire. Toulouse, école nationale vétérinaire, (2011), 64p.

154. Sahraoui N. (b), Hasniou A., Chettab H., Ben Khada G., Tazerart F., Chadi H., Zinsstag J., Guetarni D., Diagnostic de la tuberculose ovine par examen anatomopathologique en Algérie. J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), (2012), Série A, 14(2) : 143-147.

155. Petroff, S. A., "Some cultural studies on the tubercle bacillus".1915 Bull. Johns Hopkins Hosp: 276-279.Available online at <http://www.academicjournals.org/AJAR> DOI: 10.5897/AJAR10.063 ISSN 1991 -637X © 2011 Academic Journals.
156. El idrissi A., Parker E., "La tuberculose bovine à l'interface animal-homme-écosystème".In: Bulletin des maladies animales transfrontières, N°40, (2012), p.1-11.
157. Manson F.E., "Tuberculosis in camels". J. comp.Path.Therap.,(1917), 30, 80–84.
158. Tazerart F., Hadouche S., Sahraoui N., Sadi M., Guetarni D., "Diagnostic de la tuberculose caprine par examen bactériologique": cas de la wilaya de Bejaïa. Pratique vétérinaire n°14, (2012), ISSN 2170-0125.
159. Windsor R.S., "Bovine tuberculosis in alpacas and llamas". Proceedings of the British Veterinary Camelid Society, Penrith, (1999), UK, 32–34.
160. Proano-Perez F.,Benitez-Ortiz W.,Desmecht D.,Coral M.,ORTIZ J.,Ron L.,Partaels F.,Rigouts L.,Linden A., "Post-mortem examination and laboratory-based analysis for the diagnosis of bovine tuberculosis among dairy cattle in Ecuador". In: Preventive Veterinary Medicin, Vol. 101, (2011), p.65-72.
161. Oevermann A., Pfyffer G.E., Zanolari P., Meylan M. & Robert N., "Generalized tuberculosis in llamas (*Lama glama*) due to *Mycobacterium microti*". J. clin. Microbiol ., 42 (4),(2004), 1818–1821.
162. Garcia-Bocanegra I., Barranco I., Rodriguez-Gomez I.M., Perez B., Gomez-Laguna J., Rodriguez S., Ruiz-Villamayor E.,Perea A., "Tuberculosis in alpacas (*Lama pacos*) caused by *Mycobacterium bovis*". J. clin. Microbiol., 48 (5),(2010), 1960–1964.

163. El moussalami E., Siam M. A., El sergany M., "Studie on tuberculous-like lesions in slaughtered camels". Zbl. Vet. Med., B, 18 (1971): 253-261.

164. Osman K M., "Studies en acid-fast microorganisms in some domesticated animal with special reference to atypical mycobacterium" groupe PhD Thesis faculty of veterinary medicine, Cairo University(1974).

165. Stevens j.b., Thoen C.O., Rohonczy E.B., Tessaro S., Kelly H.A., Duncan J.R., "The immunological response of llamas (*Lama glama*) following experimental infection with *Mycobacterium bovis*". Can. J. vet. Res., 62 (2), (1998) 102–109.