

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministry of Higher Education and Scientific Research



معهد العلوم البيطرية
Institute of Veterinary
Sciences

جامعة البليدة 1
University Blida-1



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

La brucellose caprine et humaine dans la wilaya d'El-Bayadh

Présenté par
Mansour Hakima

Présenté devant le jury :

Président :	Menoueri Nabil	Professeur	USDB
Examineur :	Yahia Achour	MCA	USDB
Promoteur :	Dechicha Amina Samia	MCA	USDB
Co-Promoteur :	Gharbi Ismail	MCA	USDB

Année universitaire 2023/2024

REMERCIEMENTS

A l'issue du cycle de notre formation nous tenons à remercier Dieu le tout-puissant. Mes vifs remerciements vont aux membres de jury Monsieur MENOUEI N. qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, et Monsieur YAHIA A. pour l'intérêt qu'il a bien voulu porter à ce travail en acceptant de l'examiner.

Mes remerciements les plus sincères vont à ma promotrice : Madame DECHICHA A.S. pour ses précieux conseils et le suivi qu'elle m'a prodigué tout au long de ce travail ainsi que mon Co-Promoteur Monsieur GHARBI que je remercie.

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à l'ensemble des enseignants pour leurs encouragements et leurs précieux conseils

Je souhaiterais remercier l'équipe de la direction des services agricoles et les membres de l'annexe du laboratoire vétérinaire régional de Laghouat ainsi que la direction de la santé publique pour l'accueil et le temps qu'ils m'ont réservés, ainsi que pour toutes les informations qu'ils m'ont données. Enfin, je tiens à remercier les éleveurs qui ont accepté de participer à ce travail.

Merci

DEDICACES

J'offre ce modeste travail :

A mes chers parents, aucune dédicace ne serait témoin de ma profonde amour, mon immense gratitude et mon plus grand respect car je ne pourrais jamais oublier l'amour de ma mère et ses encouragement et ses sacrifice ; le soutien de mon père et son affection et la confiance qu'il m'accordé.

A mes sœur Aya et Djawhar, A mon frère Mustapha, ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supportée et encouragé tout au long de mon parcours.

A mes grands-parents, a ma familles mes proches et a ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Un grand merci à tonton Tadj pour avoir tant aidés, leur conseille et leur prodigué pour atteindre mon objectifs, que dieu le protège.

A mon frère de cœur Abdellah, qui n'a pas cessé de me conseille, encourager et soutenir pendant ces cinq années ; que dieu le protège et leur offre la chance et le bonheur, et aussi sans oublier sa petite famille.

A mes meilleurs amies Hanane, Nihed, Houda, Maïssa, Selma, Maya, Sonia, Lydia, Sarah et Manessa sans qui la vie insurmontable et tellement moins agréable je vous remercie d'être à mes côtés et de m'avoir soutenu durant ces dernière années.

Mes copines Rim, Manel, Malika, Ferial, Fareh, Khadija, Marwa, Faten, Khadra et Hadia avec qui j'ai passé des moments inoubliables, merci pour tous ces souvenirs.

A madame la chef de département Dr SELLALI SABRINA qui nous a toujours encouragé et s'est consacrée à notre confort.

Au docteur Maarouf Brahim, d'avoir accepté de partager leur expérience et de m'avoir enseigné les bases de ce beau métier ; j'espère de tout cœur que vous continuerez d'évoluer et de sauver beaucoup de vie tels les héros sans cape que vous êtes.

Hakima

Résumé

La brucellose est une maladie infectieuse contagieuse à déclaration obligatoire, elle demeure parmi les zoonoses les plus répandues dans le monde. La wilaya d'El-Bayadh compte parmi les wilayas qui enregistrent de fortes incidences de brucellose humaine annuellement. L'objectif de la présente étude est de donner un aperçu général sur la situation de la brucellose caprine et humaine dans la wilaya d'El Bayadh. Les résultats sont présentés en quatre parties, la première est une enquête menée auprès des services vétérinaires qui a montré que la vaccination anti-brucellique du cheptel caprin était réalisée entre 2009 et 2014 avec une couverture vaccinale estimée à 59%. La deuxième partie est une étude rétrospective de la brucellose caprine qui révèle des prévalences de 15.16%, 9.84%, 4.89% et 7.96% respectivement pour les années 2010, 2021, 2022 et 2023. La troisième partie est une étude rétrospective de la brucellose humaine menée entre 2018 et 2023, le nombre total de cas humains durant la période d'étude est de 2826 cas. Une augmentation du nombre de cas est observée à partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre, chez les sujets âgés de 20 ans et plus et chez les sujets de sexe masculin. La quatrième partie est une étude séro-épidémiologique menée au niveau de 5 élevages, les résultats révèlent que 60% des élevages et 46.51% des individus sont infectés. En conclusion, la situation épidémiologique de la maladie est loin d'être maîtrisée, des mesures de lutte étudiées doivent être appliquées.

Mots clés : Brucellose caprine, Brucellose humaine, séroprévalence, El-Bayadh

ملخص

داء الحمى المالطية هو مرض معدي يجب الإبلاغ عنه، ويظل من بين الأمراض الحيوانية المنشأ الأكثر شيوعًا في العالم. وتعتبر ولاية البيض من الولايات التي تسجل ارتفاعا في معدلات الإصابة بمرض الحمى المالطية البشرية سنويا. الهدف من هذه الدراسة هو تقديم لمحة عامة عن حالة داء الحمى المالطية لدى الماعز ولدى الانسان في ولاية البيض. تم عرض النتائج في أربعة أجزاء:

الجزء الأول هو استبيان تم إجراؤه لدى المصالح البيطرية للولاية والذي أظهر أن التطعيم ضد الحمى المالطية لقطيع الماعز تم تطبيقه بين عامي 2009 و2014 حيث بلغت نسبة تغطية التطعيم 59% من مجموع رؤوس الماعز.

الجزء الثاني هو عبارة عن دراسة احصائية لداء الحمى المالطية لدى الماعز والتي تكشف عن معدلات انتشار تبلغ 15.16% و9.84% و4.89% و7.96% على التوالي للأعوام 2010 و2021 و2022 و2023.

أما الجزء الثالث فهو دراسة احصائية لداء الحمى المالطية البشرية، والتي أجريت بين عامي 2018 و2023 حيث بلغ مجموع الحالات البشرية خلال فترة الدراسة 2826 حالة. وقد لوحظت زيادة في عدد الحالات في الفترة الممتدة من شهر مارس إلى شهر سبتمبر، والمتعلقة بالأشخاص الذين تبلغ أعمارهم 20 عامًا فما فوق وخاصة فئة الذكور.

أما الجزء الرابع فهو دراسة وبائية مصلية أجريت على 5 مزارع متعلقة بتربية الماعز، حيث أظهرت النتائج إصابة 60% من هذه المزارع و46.51% من رؤوس الماعز.

في الختام، فإن الوضع الوبائي لهذا المرض بعيد عن السيطرة، ولهذا يجب تطبيق إجراءات مكافحة مدروسة.

كلمات مفتاحية: داء الحمى المالطية لدى الماعز، داء الحمى المالطية البشري، الانتشار المصلي، البيض.

Abstract

Brucellosis is a contagious infectious disease requiring notification, it remains among the most affected zoonosis in the world. The department of El-Bayadh is among the department which record high incidences of human brucellosis annually. The objective of this study is to provide a general overview of the situation of caprine and human brucellosis in the department of El Bayadh.

The results are presented in four parts: The first is a survey carried out among veterinarians' services, which showed that anti-Brucella vaccination of goat herds was carried out between 2009 and 2014 with vaccination coverage estimated at 59%.

The second part is a retrospective study of caprine brucellosis which reveals prevalences of 15.16%, 9.84%, 4.89% and 7.96% respectively for the years 2010, 2021, 2022 and 2023.

The third part is a retrospective study of human brucellosis conducted between 2018 and 2023, the total number of human cases during the study period is 2826 cases. An increase in the number of cases is observed from March until September, in person aged 20 and over and in a person of male gender.

The fourth part is a sero-epidemiological study carried out at the level of 5 breedings, the results reveal that 60% of the breedings and 46.51% of the individuals are infected. In conclusion, the epidemiological situation of the disease is far from being controlled, studied control measures must be applied.

Keywords : Caprine brucellosis, Human brucellosis, seroprevalence, El-Bayadh

Sommaire

REMERCIEMENTS

DEDICACES

Résumé

ملخص

Abstract

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie Bibliographique

CHAPITRE I : Importance et étiologie de la brucellose

I.1. Définition..... 2

I.2. Importance 2

I.2.1. Importance économique 2

I.2.2. Importance sanitaire 2

I.3. Etiologie de la brucellose 3

I.3.1. Taxonomie..... 3

I.3.2. Caractéristiques bactériologiques..... 3

I.3.2.1. Morphologie 3

I.3.2.2. Culture 3

I.3.2.3. Identification biochimique..... 4

I.3.3. Caractéristiques antigéniques 4

CHAPITRE II : Epidémiologie de la brucellose

II.1. Epidémiologie descriptive 5

II.1.1. Répartition géographique..... 5

II.1.1.1. Dans le Monde 5

II.1.1.2. En Algérie..... 5

II.2. Epidémiologie analytique 6

II.2.1. Modalités de contagion 6

II.2.1.1. Chez l'animal..... 6

II.2.1.2. Chez l'Homme..... 6

II.2.2. Excrétion des *Brucella*..... 7

II.3. Epidémiologie synthétique..... 7

II.3.1. Cinétique de l'infection dans un cheptel de petits ruminants 7

CHAPITRE III : Pathogénie, Signes cliniques et lésions

III.1. Pathogénie : 9

III.1.1. Etapes de l'infection	9
➤ Chez les bovins.....	9
III.1.1.1. La période primaire	9
III.1.1.2. La période secondaire.....	9
➤ Chez les petits ruminants.....	10
III.1.2. Mécanisme de l'avortement	10
III.1.3. Réponse immunitaire	11
III.2. Signes cliniques	11
III.2.1. Brucellose animale.....	11
III.2.1.1. Atteinte génitale	11
III.2.1.2. Atteinte extra-génitale.....	12
III.2.2. Brucellose humaine	13
III.3. Lésions	13
III.3.1. Brucellose animale.....	13
III.3.2. Brucellose humaine	14
CHAPITRE IV : Méthodes de diagnostic	
IV.1. Diagnostic direct.....	15
IV.1.1. Méthodes bactériologiques	15
IV.1.2. Les techniques d'amplification génique	16
IV.2. Diagnostic indirecte	16
IV.2.1. Epreuve a l'antigène tamponné (EAT) ou test au rose Bengale	16
IV.2.2. ELISA	17
IV.2.3. Test de fixation du complément (CFT)	17
IV.2.4. Épreuve de l'anneau sur le lait ou Ring test (RT)	17
IV.2.5. Dépistage allergique : épreuve cutanée allergique à la brucelline ou ECA Test.....	17
CHAPITRE V : Traitement et prophylaxie	
V.1. Traitement.....	19
V.1.1. En médecine vétérinaire	19
V.1.2. En médecine humaine	19
V.2. Prophylaxie	19
V.2.1. Mesure de lutte contre la brucellose animale	20
V.2.1.1. Prophylaxie sanitaire	20
V.2.1.2. Prophylaxie médicale	20
V.2.2. Mesure de lutte contre la brucellose humaine	21
Partie expérimentale	
Matériel et méthodes	
1. Zone et période de l'étude.....	22

1.1.Situation géographique	22
1.2.Daïras et communes	22
2.Matériel.....	23
2.1. Enquête auprès des services vétérinaires	23
2.2. Etude rétrospective de la brucellose caprine et humaine	24
2.3. Etude séro-épidémiologique de la brucellose caprine.....	24
2.3.1. Elevages caprins	24
2.3.2. Etude sérologique	24
2.3.3. Etude épidémiologique	25
3. Méthodes	25
3.1. Enquête auprès des services vétérinaires	25
3.2. Etude rétrospective de la brucellose caprine et humaine	26
3.3. Etude sérologique au niveau des élevages	26
3.3.1. Prélèvements sanguins.....	26
3.3.2. Récolte des sérums	26
3.3.3. Test sérologique.....	27
3.4. Etude épidémiologique	29
Résultats	
Discussion.....	42
Conclusion	46
Recommandations	47
Références Bibliographiques	48
Annexes	52

Liste des tableaux

Tableau 1: Effectifs et type d'élevages caprins	30
Tableau 2: Répartition des élevages caprins selon les communes.....	30
Tableau 3: Etat des lieux de la vaccination.....	31
Tableau 4: Distribution des caprins séropositifs par année	31
Tableau 5: Bilan d'abattage des animaux positifs (2010-2023).....	32
Tableau 6: Evolution de l'effectif dépisté pour la brucellose caprine dans la wilaya d'El- Bayadh (2021-2022).....	33
Tableau 7: Taux d'abattage (2021-2023).....	34
Tableau 8: Variation annuelle des cas de la brucellose humaine	34
Tableau 9: Variations mensuelles des cas de brucellose humaine.....	35
Tableau 10: Répartition des cas de la brucellose humaine par commune et par année	36
Tableau 11: Répartition des cas brucelliques selon les tranches d'âges	37
Tableau 12: Répartition des cas brucelliques selon le sexe.....	38
Tableau 13: Caractéristiques des élevages	39
Tableau 14: Séroprévalence d'élevage	40
Tableau 15: Séroprévalence individuelle.....	40
Tableau 16: Répartition de la séropositivité en fonction de l'âge.....	40
Tableau 17: Statut sérologique et troubles de la reproduction.....	41

Liste des figures

Figure 1: Carte des limites de la wilaya	23
Figure 2: Carte de la subdivision de territoire de la wilaya	23
Figure 3: Matériel de prélèvement et d'acheminement.....	24
Figure 4: Matériel pour récolte de sérum et sérologie	25
Figure 5: Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire	26
Figure 6: Méthode de récolte du sérum	27
Figure 7: Epreuve à l'antigène tamponné.....	28
Figure 8: Lecture et interprétation des résultats de l'EAT	28
Figure 9: Bilan d'abattage des animaux positifs (2010-2023).....	33
Figure 10: Variation annuelle des cas de brucellose humaine (2018- 2023).....	35
Figure 11: Variations mensuelles du nombre de cas de 2018 à 2023.....	35
Figure 12: Répartition spatiale de la brucellose humaine 2018-2023.....	37
Figure 13: Répartition des cas brucelliques selon les tranches d'âges (2018-2023)	37
Figure 14: Répartition des cas brucelliques selon le sexe.....	38

Liste des abréviations

B. : *Brucella*

OIE : Organisation internationale des épizooties

µm : Micromètre

° C : Degré Celsius

% : Pourcentage

CO₂: Dioxyde Carbonne

LPS: Lipopolysaccharides

LPS (S, R): Lipopolysaccharides (Smooth, Rough)

HSR : réaction d'hypersensibilité retardée

PCR : Polymérase Chain Réaction

RBT : Rose bengale test

EAT : Epreuve a l'antigène tamponné

ELISA : Enzyme Linked immnosorbend assay

CFT : Test de fixation du complément

FC : fixation du complément

IgM : Immunoglobulines M

IgG : Immunoglobulines G

IgA : Immunoglobulines A

RT : Ring test ou épreuve de l'anneau sur le lait

ECA : Epreuve cutanée allergique à la brucelline

ID : Intradermique

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Min : Minute

µl : Microlitre

Ml : millilitre

Rev 1 : Souche Reverse

DSP : Direction de la santé publique

Introduction

La brucellose est une maladie infectieuse qui a des répercussions considérables sur la santé publique et qui pose des défis économiques importants, en particulier dans les régions où les mesures de sécurité alimentaire, les normes d'hygiène et les soins vétérinaires sont insuffisants(1). Il s'agit de la deuxième maladie zoonotique la plus importante au monde après la rage, elle affecte principalement le bétail et la faune sauvage(2). L'agent pathogène est un groupe de bactéries appartenant au genre *Brucella* dont *B. melitensis*, *B. abortus* et *B. suis* sont les membres les plus importants du genre parce qu'ils sont responsables de la maladie humaine et de pertes économiques significatives du bétail, tandis que *B. canis*, *B. neotomae* et *B. ovis* présentent un potentiel zoonotique. Récemment, de nombreuses autres espèces ont été décrites chez des mammifères aquatiques(3).

À l'échelle mondiale, la brucellose reste un problème de santé publique majeur au XXI^e siècle, dans plusieurs pays développés, Moyen-Orient, région méditerranéenne, et en Amérique latine, en Afrique et dans certaines régions d'Asie. L'Algérie comme la plupart des pays en cours de développement, souffre du fardeau de cette maladie qui menace à la fois l'animal et l'homme(4). Selon le ministère de l'agriculture et du développement rural et de la pêche, plus de 100000 cas confirmés ont été signalés concernant la brucellose animale entre 1998 et 2018. L'Algérie a classé la brucellose animale dans la liste des maladies animales à déclaration obligatoire en 1995(5).

La wilaya d'El-Bayadh compte parmi les wilayas qui enregistrent de fortes incidences de brucellose humaine annuellement. Ainsi, au cours de ces dernières années il a été signalé 151.20, 121.55 et 106.35 cas pour 100.000 habitants durant les années 2020, 2021 et 2022 respectivement(6,7). L'origine animale de la maladie est bien entendu certaine.

L'objectif de la présente étude est de donner un aperçu général sur la situation de la brucellose caprine et humaine dans la wilaya d'El Bayadh à travers quatre parties qui sont :

1. Enquête sur la situation de l'élevage caprin et de la vaccination anti-brucellique dans la wilaya d'El Bayadh
2. Etude rétrospective de la brucellose caprine dans la wilaya d'El Bayadh.
3. Etude rétrospective de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Bayadh.
4. Etude séro-épidémiologique de la brucellose dans les élevages caprins de la wilaya d'El-Bayadh.

Partie
Bibliographique

CHAPITRE I

Importance et étiologie de la brucellose

I.1. Définition

La brucellose est une maladie infectieuse, contagieuse due à des bactéries du genre *Brucella*, qui affecte l'homme et de nombreuses espèces animales (ruminant, suidés, carnivores, rongeurs...)(8). Elle fait partie des zoonoses les plus répandues dans le monde. Les espèces les plus impliquées sont *B. abortus* et *B. melitensis*, cette dernière étant responsable des cas les plus graves(9).

De manière générale, la contagion de l'animal à l'homme se fait soit par contact direct, soit de façon indirecte par ingestion d'aliments d'origine animale contaminés ou par inhalation d'aérosols contaminés ; le fromage frais et le lait cru de chèvre et de brebis infectées par *B. melitensis* sont les véhicules les plus courants de l'infection et peuvent être à l'origine de nombreux cas de brucellose humaine(10).

- **Synonymie**

Chez l'homme, la brucellose est également appelée fièvre de malte, fièvre de Gibraltar, fièvre ondulante, mélitococcie ou fièvre méditerranéenne.

Chez l'animal, la brucellose est appelée avortement contagieux, fièvre abortive, avortement infectieux, avortement épizootique, maladie de Bang, épидидymite contagieuse du bélier (10).

I.2.Importance

Son importance est liée d'une part à la fréquence et la gravité des cas humains contractés à partir de l'animal et de ses productions : la brucellose est une zoonose majeure(8).

I.2.1. Importance économique

Elle est liée à la maladie elle-même par les pertes de production telles que l'avortement, les stérilités, les pertes en lait, en particulier dans les cheptels nouvellement infectés où elle peut prendre un aspect épizootique ; aux répercussions sur les échanges commerciaux (elle figure d'ailleurs dans la liste des maladies à notifier de l'OIE) ; et aux mesures de contrôle et d'éradication (8).

I.2.2. Importance sanitaire

La maladie concerne surtout les catégories socio-professionnelles en contact avec des bovins ou des petits ruminants, c'est-à-dire les éleveurs (contaminés principalement au moment des vêlages, agnelages et avortements), les vétérinaires (pendant les interventions obstétricales), les ouvriers d'abattoir (préparation des carcasses et manipulations d'abats) (11).

Les cas d'infection humaine par *B. abortus* sont moins graves que ceux causés par *B. melitensis*, mais n'en demeurent pas moins médicalement importants ; cette dernière

possède un pouvoir pathogène élevé pour l'Homme et les formes cliniques les plus graves de brucellose rencontrées sont dues à cette espèce avec des manifestations peu spécifiques mais qui peuvent entraîner des complications graves ; un coût d'hospitalisation et d'arrêt de travail et un traitement long(8).

I.3.Etiologie de la brucellose

I.3.1. Taxonomie

L'agent pathogène de la brucellose est une bactérie appelée « *Brucella* ». Maurin (2006) inscrit la bactérie selon la classification ci-après(12) :

- Groupe : Alphaprotéobactérie
- Ordre : Rhizobiales
- Famille : *Brucellaceae*
- Genre : *Brucella*
- Espèces : *B. melitensis* ; *B. abortus* ; *B. Ovis* ; *B. suis* ; *B. canis* et *B. néotomae*

Pendant environ 40 ans, seules ces 6 espèces de *Brucella* étaient connues dont les plus prédominantes chez le bétail et les humains sont *B. melitensis* (chèvres), *B. abortus* (vaches) et *B. suis* (porcs, rennes et lièvres). La dernière décennie a toutefois vu une expansion rapide des membres connus du genre *Brucella* et de la variété des animaux hôtes associés, qui vont maintenant des mammifères aux amphibiens et aux poissons. Les espèces de *Brucella* récemment décrites comprennent *B. ceti* (cétacés), *B. pinnipedialis* (pinnipèdes), *B. inopinata* (humains), *B. microti* (campagnols), *B. papionis* (babouins) et *B. vulpis* (renards). Plusieurs isolats de *Brucella*, identifiés chez les rongeurs, les grenouilles, les reptiles, les poissons et les chauves-souris, attendent toujours une description taxonomique formelle(13).

I.3.2. Caractéristiques bactériologiques

I.3.2.1. Morphologie

Les *Brucella* sont des petits coccobacilles, à Gram négatif, mesurant 0,6-1,5 µm de long et 0,5-0,7 µm de diamètre ; immobiles, non sporulés, sans flagelle, et aérobies stricts à développement intracellulaire facultative. Elles sont généralement isolées, par paires ou petits groupes(14).

I.3.2.2. Culture

Les *Brucella* pathogènes pour l'homme poussent difficilement et lentement sur les milieux de culture, nécessitant des temps d'incubation prolongé (3 jours à 3 semaines). La croissance de ces bactéries nécessite l'utilisation des milieux gélosés riches (gélose au sang frais, gélose au sang cuit avec facteurs de croissance), incubés à 35 à 37 °C, en atmosphère contenant 5% de CO₂, pendant 3 à 4 semaines.

Les colonies sont très fines, de 0,5 mm de diamètre, transparentes, légèrement bleutées, bombées à bord régulier et non hémolytiques.

Certaines espèces (*B. microti*, *B. inopitina*, *B. suis bv5*) dont la pathogénicité chez l'homme n'est pas prouvée ont une croissance rapide (colonies en 24 heures)(15).

I.3.2.3. Identification biochimique

Les *Brucella* sont des bactéries aérobies strictes, catalase positive, oxydase habituellement positive ; la plupart des souches isolées en pathologie humaine produisent une uréase d'action rapide et intense(12). Elles ne fermentent pas les sucres. La majorité des autres caractères métaboliques sont négatifs : production d'indole, réaction de Voges-Proskauer, citrate de Simmons, nitrate réductase sauf *B. ovis*(15).

Les caractéristiques biochimiques des différentes espèces sont présentées dans le tableau 18 en annexe A.

I.3.3. Caractéristiques antigéniques

Les *Brucella* possèdent un antigène de structure le plus immunogène appelé le lipopolysaccharide (LPS), il est caractérisé par une variation de phase, à l'origine de phénotype lisse (Smooth, S-LPS) et rugueux (Rough-LPS)(12).

Les *Brucella* lisses : les colonies sont rondes, translucides, convexes avec des contours nets ; le S-LPS est retrouvé à l'état sauvage chez la plupart des espèces(14).

Les *Brucella* rugueuses : les colonies sont de taille et de forme identiques, granuleuses, de couleur plus opaque avec des bords irréguliers ; *B. ovis* et *B. canis* sont les seules espèces rugueuses(16).

Le lipopolysaccharide intervient dans les réactions sérologiques d'intérêt diagnostique, il peut toutefois entraîner des réactions croisées avec d'autres bactéries comme *Yersinia enterocolitica* O9(12).

CHAPITRE II

Epidémiologie de la brucellose

II.1. Épidémiologie descriptive

II.1.1. Répartition géographique

II.1.1.1. Dans le Monde

La brucellose est endémique dans de nombreuses régions du monde. En effet, selon Qureshi et al. (2023), les régions à ressources limitées, comme la Méditerranée, le Moyen-Orient, l'Asie centrale et certaines régions d'Afrique, font état de taux d'incidence élevés. Ainsi, l'Iran, le Kirghizistan, le Tadjikistan, le Kazakhstan, l'Azerbaïdjan, le Turkménistan, l'Arménie et l'Ouzbékistan sont parmi les pays où l'incidence de la brucellose est la plus élevée. Des études récentes révèlent une incidence mondiale plus élevée que les estimations précédentes, avec 1,6 à 2,1 millions de nouveaux cas humains par an(1).

II.1.1.2. En Algérie

Pour la brucellose animale, les premières études effectuées en Algérie remontent à 1907, où elle a été signalée chez les caprins. Quelques années plus tard, après l'indépendance en 1962, la première étude sur la brucellose bovine en Algérie a montré une prévalence individuelle élevée (23%). En 1990, *B. abortus biovar 1* a été isolé chez les bovins et *B. melitensis biovar 3* chez les caprins, ce qui confirmait la circulation de la bactérie en Algérie.

En 1995, un programme national pluriannuel de lutte contre la brucellose des ruminants (bovins, ovins et caprins) a été lancé par les services vétérinaires algériens. Il est basé sur la prévention sanitaire avec les opérations de dépistage-abattage(5).

Pour la brucellose humaine, jusque dans les années 1980, la situation épidémiologique était mal connue en Algérie et les cas de brucellose étaient rarement signalés ou mal diagnostiqués malgré un réservoir animal important. Cependant, depuis le milieu des années 1980, plusieurs foyers dus à *B. melitensis* ont été signalés à Ghardaïa, à Tlemcen et à Sétif, entraînant davantage de cas humains, ce qui a conduit les services de santé publique à mettre en œuvre des mesures de contrôle et d'éradication de la brucellose animale et humaine en Algérie. Malgré ces mesures de contrôle adoptées, la maladie est toujours présente avec des incidences sous-estimées et/ou sous-déclarées (5).

Les statistiques de l'Institut national de la santé publique montrent chaque année des taux d'incidence élevée dans de nombreuses wilayas. A titre d'exemple, pour l'année 2022 des incidences de 118,51 cas, 70,78 à 91,57 cas, 106,35 cas, 39,39 cas pour 100.000 habitants ont été enregistrés dans les wilayas de M'sila, Djelfa, El Bayadh et Laghouat respectivement (7).

II.2. Epidémiologie analytique

II.2.1. Modalité de contagion

Les principales voies de contamination sont les voies conjonctivale et cutanée (peau saine ou lésée), inhalation d'aérosols contaminés, voie digestive et voie vénérienne.

II.2.1.1. Chez l'animal

Chez l'animal nous pouvons constater deux modes de transmission.

➤ **Transmission verticale**

Elle peut se réaliser in utero (naissance d'un veau viable mais infecté) ou lors du passage du nouveau-né dans la filière pelvienne. Les jeunes, plus résistants, se débarrassent généralement de l'infection. Cette dernière persiste toutefois jusqu'à l'âge adulte chez environ 5 à 10% des veaux nés de mère brucellique, sans susciter de réaction sérologique décelable. Les signes cliniques (avortement éventuel) et la réaction sérologique n'apparaîtront, chez les jeunes femelles infectées, qu'à la faveur de la première gestation, voire plus tard(8).

➤ **Transmission horizontale**

Directe : se fait suite à des contacts directs entre individus infectés et individus sains lors de la cohabitation (notamment en période de mise-bas), d'ingestion ou suite à une contamination vénérienne.

Indirecte : se fait par l'intermédiaire des locaux, pâturages, véhicules de transport, aliments, eaux, matériel divers (matériel de vêlage) contaminés par les matières virulentes. Divers animaux peuvent également contribuer à disséminer le germe (cas des chiens ou des oiseaux déplaçant des débris de placenta)(8).

II.2.1.2. Chez l'Homme

Le mode de transmission le plus courant pour l'homme est la consommation de produits laitiers infectés et non pasteurisés, le contact des muqueuses ou de la peau avec des tissus animaux infectés (tels que les produits d'avortement ou le placenta) ou des fluides animaux infectés (tels que l'urine, le lait ou le sang), et l'inhalation de particules infectées sous forme d'aérosols(17).

D'autres modes de transmission ont été rapportés dans la littérature tels que la transmission chez les personnels de laboratoire, manipulations de vaccins animaux, transmission transplacentaire, transmission sexuelle, transfusion sanguine et transplantation d'organes(18,19).

II.2.2. Excrétion des *Brucella*

Les animaux malades excrètent des *Brucella* par les urines, le lait, le placenta et les lochies lors de la mise bas, et par les produits des avortements. La conséquence est une dissémination importante des bactéries et la contamination des autres animaux. L'excrétion des *Brucella* par les animaux infectés peut durer très longtemps, notamment chez la chèvre, pour laquelle on a observé l'excrétion vaginale de *B. melitensis* chez un même animal pendant 33 semaines. De même que les caprins, les bovins restent généralement infectés toute leur vie. Bien que les brebis aient une tendance naturelle à se stériliser dans un délai moyen de 6 mois, on peut estimer que 20% environ des animaux infectés restent porteurs de germes pendant un temps bien plus long. Enfin, l'introduction d'animaux nouveaux dans l'exploitation contribue à entretenir l'infection(20).

II.3. Epidémiologie synthétique

II.3.1. Cinétique de l'infection dans un cheptel de petits ruminants

Les échanges commerciaux, le prêt des béliers ou de boucs, et surtout la transhumance jouent un rôle important dans la contamination des cheptels indemnes. Les séjours des animaux dans des pâtures ou des bergeries contaminées sont également à incriminer. L'infection s'étend dans les troupeaux à deux périodes préférentielles : l'époque de la lutte (rôle des béliers et boucs) et la période des mises bas.

Classiquement, en milieu initialement indemne, la maladie se caractérise par des avortements nombreux la première année (jusqu'à 50 à 90 % des femelles dans certains cas). Ils deviennent rares l'année suivante (primipares, femelles nouvellement introduites) et disparaissent ensuite. En réalité, l'infection persiste, expliquant la réapparition des avortements au bout de quelques années en raison de l'augmentation du nombre des animaux sensibles que constituent les générations de remplacement et donnant ainsi un aspect cyclique à la maladie(8).

Dans les régions anciennement infectées (cas des régions méditerranéennes), la brucellose évolutive accompagnée d'avortements est remplacée peu à peu par une brucellose latente, sans symptomatologie perceptible ou révélée par des avortements isolés ou survenant par petites flambées cycliques (avortements en série) (8).

CHAPITRE III

Pathogénie, Signes cliniques et lésions

III.1. Pathogénie

III.1.1. Etapes de l'infection

Nous décrirons dans ce qui suit les étapes de l'infection qui sont mieux étudiées chez les bovins.

➤ Chez les bovins

Il est possible de distinguer très schématiquement dans l'évolution de l'infection brucellique deux périodes : primaire et secondaire.

III.1.1.1. La période primaire : suit la contamination, elle évolue en 3 étapes :

- **Première étape** : correspond à la multiplication des Brucella dans les nœuds lymphatiques de la porte d'entrée.
- **Deuxième étape** : est marquée, au bout de quelques jours à plusieurs semaines, par la dissémination lymphatique (prépondérante chez les bovins) et sanguine (bactériémie discrète et fugace dans l'espèce bovine où il est très difficile d'obtenir une hémoculture positive) de la bactérie. Cette phase est asymptomatique chez les bovins (tandis qu'elle se traduit par une atteinte fébrile générale associée à une hémoculture positive chez l'Homme).
- **Troisième étape** : se traduit par la localisation et la multiplication des Brucella en certains sites électifs : les tissus lymphoïdes (notamment les nœuds lymphatiques de la sphère génitale et mammaire), le placenta chez les vaches gravides (les trophoblastes constituent une cible importante pour les Brucella), les testicules et ses annexes (épididyme, etc.) chez le mâle ; la glande mammaire et les bourses séreuses et synoviales (bourses carpiennes) et certaines articulations. Ces localisations peuvent s'accompagner de manifestations cliniques caractérisant la brucellose aiguë : avortement, orchite ou épididymite... Elles permettent aussi pour certains (utérus gravide, appareil génital mâle, mamelle), l'excrétion des Brucella et leur dissémination.

III.1.1.2. La période secondaire : est associée à un état de résistance de l'hôte plus ou moins prononcé, lié au développement d'une immunité (de type cellulaire). Toutefois, la guérison (élimination des bactéries) est rare. Les Brucella ont la capacité de résister à l'action des mécanismes immunitaires et se maintiennent plusieurs années dans certains sites privilégiés, notamment les nœuds lymphatiques. B. abortus a été isolée dans les nœuds lymphatiques rétro-mammaires d'un bovin 11 ans après l'infection. Une réactivation peut être induite à chaque gestation et l'infection placentaire peut alors provoquer un avortement et/ou induire une excrétion bacillaire à l'occasion des mises-bas. Leur persistance dans les

bourses séreuses et articulations peut aussi générer un hygroma ou une arthrite chronique (8).

➤ **Chez les petits ruminants**

Les étapes de l'infection sont analogues à celle de la brucellose bovine.

Les ovins : ont tendance à se débarrasser spontanément des *Brucella* plus facilement et dans une proportion supérieure aux animaux de l'espèce bovine. Un nombre important de brebis aurait ainsi tendance à l'auto-stérilisation dans un délai de 6 mois à 1 an, en période de repos sexuel. Néanmoins, la persistance de l'infection sur un certain nombre d'animaux assure la pérennité de la maladie dans le troupeau. L'avortement ne survient habituellement qu'une fois.

Les caprins : la pauvreté, voire l'absence des signes cliniques de brucellose contraste avec la distribution extensive de *B. melitensis* dans l'organisme. Contrairement à la brebis, chez laquelle la guérison spontanée peut survenir chez une certaine proportion des sujets, la chèvre demeure généralement infectée une grande partie de son existence. La réponse sérologique après infection apparaît en outre plus durable(8).

III.1.2. Mécanisme de l'avortement

Les *Brucella* se multiplient dans l'espace utéro-chorial, entraînant une placentite exsudative et nécrotique. Ces lésions provoquent un décollement utéro-chorial et des adhérences fibreuses entre placenta et utérus. Si ces lésions sont étendues, elles sont responsables d'une interruption des échanges nutritifs entre la mère et son fœtus ; le fœtus meurt d'anoxie et il y a avortement. Des brèches peuvent également permettre le passage de *Brucella* dans la cavité amniotique ; les bactéries sont alors ingérées par le fœtus et provoquent une septicémie mortelle entraînant l'avortement. Si les lésions sont limitées, l'infection placentaire est compatible avec la survie du fœtus. On peut alors observer la naissance à terme ou prématurée (l'expulsion du fœtus vivant peut être sous la dépendance de modifications hormonales, consécutives aux lésions placentaires) du produit. Mais, parfois, le nouveau-né souffre de lésions cérébrales d'origine hypoxique entraînant sa mort dans les 48 heures suivant la naissance. Par ailleurs, les adhérences entre chorion et utérus provoquent des rétentions placentaires chez les femelles infectées. Noter enfin qu'une femelle infectée n'avorte qu'une fois (très exceptionnellement deux fois)(8).

III.1.3. Réponse immunitaire

Les défenses spécifiques de l'hôte contre *Brucella* sont similaires à celles engagées contre les autres bactéries intracellulaires et mettent en jeu deux types de mécanisme immunitaire : une médiation humorale (mettant en jeu les anticorps) et une médiation cellulaire.

- **Réponse humorale**

Chez les jeunes femelles bovines infectées, la réaction sérologique n'est parfois décelable qu'après la 1ère mise-bas. Ils peuvent persister toute la vie de l'animal (intérêt diagnostique de la détection des IgG1). Les délais d'installation de l'hypersensibilité retardée (HSR) spécifique sont équivalents (8).

Bervas et al.(21) ont rapporté que l'administration passive d'anticorps directement au contact du LPS a montré une réduction du nombre de *brucella* survivant dans le foie et la rate de souris expérimentales, indiquant un rôle des anticorps dans la protection.

- **Réponse cellulaire**

Selon (21), le principal mécanisme de défense contre *Brucella* est la médiation cellulaire. Il a été montré qu'après avoir phagocyté *Brucella*, les macrophages présentaient les antigènes de la bactérie aux lymphocytes T qui produisent alors des lymphokines. Ces agents (dont l'interféron, acteur principal dans le cas d'infection à *Brucella*) activent les anciens macrophages inefficaces et leur donnent un potentiel bactéricide. Les lymphokines dérivées des lymphocytes T attirent alors d'autres cellules sur le lieu de l'infection. Ceci conduit à la formation de granulomes.

III.2. Signes cliniques

La brucellose peut provoquer toute une série de signes et de symptômes, dont certains peuvent se manifester pendant des périodes prolongées.

III.2.1. Brucellose animale

III.2.1.1. Atteinte génitale

- **Chez les bovins**

Chez la femelle gestante, le principal signe clinique est l'avortement chez les bovins et les bufflonnes. Il se produit généralement entre le 5^e et le 8^e mois de gestation. La survenue de l'avortement est liée à certains facteurs, tels que le stade de la gestation, le nombre d'organismes infectants et la résistance de l'animal. Outre l'avortement, des veaux prématurés, mort-nés ou faibles peuvent survenir. L'avortement est souvent suivi d'une rétention placentaire et d'une métrite, qui peuvent entraîner une stérilité permanente ou transitoire.

Chez le mâle, l'infection de l'appareil reproducteur peut entraîner une orchite, une épididymite, une ampullite et une vésiculite séminale. L'orchite se manifeste

occasionnellement et, lorsqu'elle survient, elle est généralement unilatérale, mais les deux testicules peuvent être touchés(22).

- **Chez les petits ruminants**

Chez la femelle, les principaux signes cliniques sont l'avortement au cours des deux derniers mois de la gestation, la rétention du placenta et la mise au monde d'une progéniture faible, qui meurt généralement dans la période du péri partum. Les femelles n'avortent généralement qu'une seule fois. L'avortement chez les chèvres se produit entre 3 et 4 semaines après avoir été infectées expérimentalement avec de fortes doses de *B melitensis*. Chez les brebis, l'avortement peut se produire entre 4 et 12 semaines après l'infection expérimentale, il semble que ces dernières soient plus résistantes à l'avortement. L'excrétion de *Brucella* par le liquide vaginal peut se prolonger jusqu'à 2 ou 3 mois après l'avortement ou la mise bas chez les chèvres, alors que chez les brebis, elle se prolonge jusqu'à 3 ou 4 semaines. Lors d'une future mise bas, les femelles infectées, bien qu'ayant agnelé normalement, continueront à excréter des bactéries par le biais du placenta, des sécrétions vaginales et du lait.

Chez le mâle, l'infection demeure généralement inapparente, il est possible d'observer néanmoins des cas d'orchite, d'épididymite ou une baisse de fertilité(8).

Chez les béliers l'infection passe souvent inaperçu. Cependant, une pyrexie, une lassitude et une augmentation de la fréquence respiratoire peuvent survenir, associées à un gonflement des testicules et de l'épididyme, à des douleurs et à une accumulation d'exsudat dans le sac scrotal. Une épididymite palpable peut apparaître entre 15 et 45 jours après l'inoculation conjonctivale expérimentale. Au stade chronique de la maladie, la taille de l'épididyme peut être multipliée par quatre ou cinq. A la palpation, l'épididyme atteint est ferme, voire dur, avec un contour irrégulier. Il faut garder à l'esprit que certains béliers infectés présentant des lésions palpables lors d'un examen peuvent être cliniquement normaux quelques semaines plus tard et que tous les béliers infectés par *B. ovis* ne vont pas développer des lésions dans leurs organes génitaux externes. Dans une étude réalisée sur des béliers Corriedale, on a pu observer que seuls 22 (28 %) des 78 béliers infectés présentaient des lésions évidentes dans l'épididyme(22).

III.2.1.2. Atteinte extra-génitale

Des signes extra- génitaux peuvent être observés tels que l'hygroma (fréquent au genou) et les arthrites d'évolution chronique ponctuées par des poussées aiguës, siégeant surtout au grasset, au jarret, parfois au genou ou à l'articulation coxo-fémorale peuvent(8).

III.2.2. Brucellose humaine

La période d'incubation habituelle d'une à quatre semaines peut s'étendre jusqu'à plusieurs mois avant l'apparition de symptômes complets. L'infection chez les enfants est généralement plus bénigne que chez les adultes, en ce qui concerne la probabilité et la gravité des complications et la réponse au traitement. La fièvre est l'un des symptômes les plus fréquents chez les patients ; elle est intermittente chez 60 % des patients atteints de brucellose aiguë et chronique, tandis qu'elle est indolente chez 40 % des patients atteints de brucellose subaiguë. On pense que la fièvre est liée à une bradycardie relative et la fièvre d'origine inconnue (FUO) est un diagnostic initial plus fréquent chez les patients des zones de faible endémicité. Près de 80 % des patients souffrent de frissons et 20% d'entre eux développent une toux et une dyspnée sans aucune atteinte pulmonaire active. En outre, une douleur thoracique pleurétique peut affecter les patients présentant un empyème sous-jacent. La brucellose augmente également le risque d'avortement spontané, d'accouchement prématuré et d'infection intra-utérine avec mort fœtale, qui s'accompagnent de malaise, de fatigue et d'arthrite. Des septicémies d'apparition soudaine suivies d'une forte fièvre, d'un amaigrissement, d'une agitation, d'une fièvre ondulante, d'une impuissance sexuelle, d'une insomnie, de maux de tête, d'une perte d'appétit et d'une perte de poids peuvent également être observées chez un patient infecté. Les symptômes détaillés de la brucellose ont été documentés ; cependant, en raison de leur nature protéiforme et complexe, on ne peut pas se fier aux manifestations cliniques pour le diagnostic.

Chez l'homme, la brucellose ne se limite pas au système reproducteur, mais est également connue pour provoquer une neurobrucellose avec des d'accident vasculaire cérébral manifestations cliniques de méningite, d'encéphalite, de radiculite, de myélite, de neuropathies périphériques et de caractéristiques neuropsychiatriques. Des études ont également fait état d'une surdité neurosensorielle, d'une paraparésie spastique, suivie de réflexes tendineux rapides, d'un clonus bilatéral de la cheville et de réponses de l'extenseur plantaire(18).

III.3. Lésions

III.3.1. Brucellose animale

Les lésions ne sont pas pathognomoniques de brucellose ce qui complique le diagnostic clinique. Lors d'autopsie, il est possible de retrouver :

- Des lésions granulomateuses inflammatoires au niveau de l'appareil reproducteur, de la mamelle, des nœuds lymphatiques supra mammaires, d'autres tissus lymphoïdes (rate, autres nœuds lymphatiques), et parfois au niveau des articulations et des membranes synoviales(23).

- Une placentite exsudative et nécrotique avec nécrose cotylédonaire et placenta inter-cotylédonaire épaissi, œdémateux et exsudatif(8).
- L'avorton peut se trouver à différents stades de développement et présenter un aspect normal. Il peut par ailleurs présenter des lésions d'anoxie fœtale, une bronchopneumonie, un œdème sous-cutané, un liquide séro- hémorragique dans les cavités naturelles, ou encore une hypertrophie des ganglions lymphatiques, du foie et de la rate (8,23).
- Le mâle présente des lésions d'atrophie, de fibrose et d'adhérences testiculaires(8).

III.3.2. Brucellose humaine

L'examen physique peut montrer une splénomégalie modérée, une hépatomégalie, des adénopathies cervicales et axillaires et des râles bronchiques.

L'infection tissulaire se traduit par une réaction cellulaire entraînant l'apparition de granulomes limités par une réaction cellulaire lympho-plasmocytaire disposée en couronne certaines cellules peuvent se transformer en cellules géantes multi nucléées donnant à l'ensemble un aspect tuberculoïde et réalisant le classique granulome de Bang. Rarement, la fusion de ces granulomes donne naissance à des lésions à centre caséifié appelées « brucellome ». Ces granulomes se localisent surtout au niveau du foie, de la rate, des os, du cœur ou du rein. Les lésions suppurées et nécrotiques sont exceptionnelles chez l'homme (24, 25).

CHAPITRE IV

Méthodes de diagnostic

Le diagnostic de laboratoire de la brucellose peut être basé sur des méthodes directes et indirectes et doit être effectué chaque fois que des signes cliniques ou épidémiologiques évoquent la maladie.

IV.1. Diagnostic direct

Les tests de diagnostic direct de la brucellose sont basés sur l'isolement et l'identification des bactéries, ainsi que sur des méthodes moléculaires.

Il n'existe pas de test unique permettant d'identifier sans équivoque une bactérie comme étant *Brucella*. Une combinaison de caractéristiques de croissance, de méthodes sérologiques, bactériologiques ou moléculaires est nécessaire pour une identification définitive(26).

IV.1.1. Méthodes bactériologiques

- **Microscopie**

Brucella melitensis peut être détecté par examen microscopique de frottis colorés provenant de tissus, de sécrétions et d'exsudats (placenta, sécrétions vaginales ou le contenu stomacal du fœtus), en utilisant la coloration de Ziehl-Neelsen modifiée (Coloration de Stamp). Cela peut permettre d'établir un diagnostic de présomption de brucellose, surtout s'il est confirmé par la sérologie. Les *brucella* ne sont pas vraiment acido-résistantes, mais elles résistent à la décoloration par des acides faibles et se colorent en rouge. Elles se présentent sous la forme de coccobacilles ou de courtes tiges, généralement disposées individuellement, mais parfois par paires ou par petits groupes(27).

- **Isolement en culture**

L'isolement de *Brucella* en culture demeure la technique de référence pour établir un diagnostic de certitude (28).

B. melitensis peut être isolé à partir de fœtus avortés (contenu stomacal, rate et poumon), du placenta, d'écouillons vaginaux, du lait, du colostrum, du sperme, des testicules ou de l'épididyme, et de sites de localisation clinique tels que les articulations infectées et les fluides d'hygroma. Lors de l'autopsie, les échantillons recommandés comprennent la rate, divers ganglions lymphatiques (ganglions lymphatiques supra-mammaires et génitaux), l'utérus gravide ou en début de post-parturition, la mamelle et les organes reproducteurs mâles.

B. melitensis peut être cultivé sur divers milieux non sélectifs ou sur des milieux sélectifs tels que le milieu de Farrell, le milieu de Thayer-Martin ou le milieu CITA. Certains isolats de *B. melitensis* ne se développent pas bien sur certains milieux sélectifs, et l'utilisation de plusieurs milieux est souvent recommandée. Des techniques d'enrichissement peuvent

également être utilisées. *B. melitensis* peut également être isolé par inoculation à des cobayes ou à des souris, mais cela est rarement effectué (27).

- **Hémoculture**

Les hémocultures sont réalisées dans le diagnostic de la brucellose humaine en cas de fièvre ou de foyers secondaires. La croissance des *Brucella* est lente (5 à 10 jours ou plus) sur les milieux classiques. L'utilisation de systèmes automatisés permet de raccourcir le délai de croissance à moins de 5 jours. Les hémocultures sont positives dans 70 à 80% des cas au cours de la phase septicémique et 20 à 45% des cas dans les formes focalisées(28).

IV.1.2. Les techniques d'amplification génique

Plusieurs méthodes basées sur la PCR ont été développées. Les méthodes les mieux validées reposent sur la détection de séquences spécifiques de *Brucella* spp., telles que les gènes 16S-23S, la séquence d'insertion IS711 ou le gène bcsp31 codant pour une protéine de 31 kDa (25,26). Ces techniques ont été initialement développées sur des isolats bactériens et sont maintenant également utilisées pour détecter l'ADN de *Brucella* spp. Dans des échantillons cliniques (29).

Pour le typage des *Brucella* spp, on utilise souvent la PCR multiplex AMOS, ainsi nommée en raison de son applicabilité aux espèces "*abortus, melitensis, ovis, suis*". Cette PCR et les protocoles PCR qui en sont dérivés permettent de discriminer entre les espèces de *Brucella* et entre les souches vaccinales et les souches de type sauvage(30).

IV.2. Diagnostic indirecte

Les méthodes indirectes, ou méthodes immunologiques, détectent une réponse immunitaire aux antigènes de *Brucella*. Elles sont principalement utilisées pour leur simplicité d'exécution et d'interprétation et sont basées sur la détection d'anticorps. La détection de ces anticorps spécifiques de *Brucella* dans des échantillons de lait ou de sérum peut être effectuée au moyen de nombreux tests de diagnostic immunologique (26). Nous rapportons ci-dessous les tests les plus couramment employés :

IV.2.1. Epreuve a l'antigène tamponné (EAT) ou test au rose Bengale

Les tests d'agglutination sont les tests sérologiques les plus largement utilisés à des fins de dépistage, car ils permettent d'obtenir un diagnostic préliminaire spécifique et fiable, et sont économiques.

Le test du rose-bengale (RBT) est une méthode simple de diagnostic de la brucellose et la plus utilisée pour le diagnostic sérologique de la brucellose ovine et caprine. Il est réalisé avec une suspension de *B. abortus* colorée à un pH de 3,6-3,7. Il s'agit d'un simple test d'agglutination ponctuelle dans lequel des gouttes d'antigène coloré au rose Bengale et de

sérum sont mélangées sur une plaque et toute agglutination qui en résulte signifie une réaction positive. Le RBT est un test de dépistage abordable, rapide, simple et efficace, utilisé comme test de diagnostic pour le dépistage des animaux individuels et des troupeaux, ainsi que chez l'homme. Normalement, les résultats sont obtenus en quelques minutes. Bien que rapide et excellent pour le dépistage, ce test n'est pas fiable pour les animaux vaccinés, car il peut générer des faux positifs en raison de sa grande sensibilité. Par conséquent, un échantillon de sang positif doit être confirmé par un autre test. En fait, dans la plupart des pays, le RBT est surtout utilisé comme test de dépistage, suivi de la CFT comme test de confirmation pour le diagnostic de la brucellose(26).

IV.2.2. ELISA

Les tests sérologiques tels que l'ELISA sont capables d'identifier facilement les anticorps IgM et IgG individuels, ce qui permet une meilleure corrélation avec la situation clinique. Le test ELISA est recommandé pour le dépistage des bovins et des humains en raison de sa sensibilité et de sa spécificité par rapport au test RBT(26).

IV.2.3. Test de fixation du complément (CFT)

La fixation du complément ou FC est utilisée pour la confirmation, car plus spécifique, des sérums positifs ou douteux aux épreuves précédentes. Ce test quantitatif met en évidence les anticorps fixant le complément (non dirigés exclusivement contre le LPS bactérien). Il détecte les Ig G1 et les Ig M (plus ou moins éliminées selon les modalités de chauffage du sérum)(8).

IV.2.4. Épreuve de l'anneau sur le lait ou Ring test (RT)

Réaction d'agglutination qualitative obtenue par interaction des anticorps contenus dans le lait (IgM, IgG1 et surtout les IgA sécrétoires) dirigés contre le LPS bactérien avec un antigène coloré par l'hématoxyline. Les agglutinats colorés sont adsorbés sur les globules gras et se regroupent en surface dans l'anneau de crème, d'où le nom donné à l'épreuve(8). Ce test n'est pas considéré comme sensible, mais ce manque de sensibilité est compensé par le fait que le test peut être répété, généralement tous les mois, en raison de son coût très faible (26).

IV.2.5. Dépistage allergique : épreuve cutanée allergique à la brucelline ou ECATest

Le test cutané à la brucelline est un autre test immunologique qui peut être utilisé pour le dépistage des troupeaux non vaccinés. La brucelline est un extrait protéique purifié de *Brucella* en phase R titrant 2000 unités/ml. Dépourvu de LPS-S, cet extrait est utilisable sans risque d'induction d'anticorps pouvant interférer avec le diagnostic sérologique. Le test a une spécificité très élevée, de sorte que les bovins non vaccinés sérologiquement négatifs qui réagissent positivement au test à la brucelline doivent être considérés comme des animaux

infectés. Le test se pratique, après repérage du lieu d'inoculation et mesure du pli cutané, par injection ID au milieu de l'encolure de 0,1mL de brucelline. Tout épaissement du pli cutané ≥ 2 mm constaté 72 heures après injection est considéré positif(8,26).

CHAPITRE V

Traitement et prophylaxie

V.1. Traitement

Bien que l'application du traitement standard recommandé par l'OMS ait modifié les caractéristiques de la brucellose et les facteurs de risque d'échec du traitement ou de rechute, le meilleur traitement de la brucellose n'a pas encore été défini.

V.1.1. En médecine vétérinaire

Les antibiotiques peuvent atténuer les signes cliniques et quelques études ont rapporté que le traitement pouvait avoir éliminé les *Brucella* chez les petits ruminants ou les bovins. Cependant, même lorsque les organismes semblent avoir disparu, ils peuvent persister dans les ganglions lymphatiques ou d'autres tissus et réapparaître. En outre, aucun des traitements publiés n'a fait l'objet d'une évaluation approfondie. Pour ces raisons (ainsi que pour les risques zoonotiques), le traitement est généralement déconseillé. Il est également peu probable qu'il soit rentable dans de nombreux troupeaux. Certaines sources recommandent de castrer les mâles et de ne pas faire reproduire les femelles si les propriétaires refusent d'euthanasier les animaux (par exemple, les chameaux de course de grande valeur au Moyen-Orient) et si un traitement est tenté(23).

L'émergence de souches de *Brucella* multirésistantes dans les zones endémiques du monde entier a été liée à une utilisation inappropriée des antimicrobiens. L'utilisation d'antibiotiques dans le bétail contribue à ce problème, en posant un risque pour la santé publique et en limitant la disponibilité des traitements. Des tests réguliers de sensibilité aux antimicrobiens sont essentiels pour une gestion efficace de la brucellose (1).

V.1.2. En médecine humaine

La doxycycline et la rifampicine sont des antibiotiques couramment utilisés pour traiter la brucellose. Ils constituent la base du traitement de tous les types de brucellose humaine. Une guérison complète est attendue en cas de brucellose aiguë non compliquée. Les adultes et les enfants de plus de huit ans prennent généralement de la doxycycline, l'antibiotique préféré en raison de la fréquence des prises et de la réduction des effets secondaires gastro-intestinaux, par voie orale pendant six semaines. Pour minimiser le risque de rechute, des aminoglycosides sont souvent ajoutés au cours des 2 à 3 premières semaines de traitement (9).

V.2. Prophylaxie

La brucellose est une zoonose qui présente une forte corrélation entre les maladies animales et humaines. Si les mesures de santé publique telles que la pasteurisation et l'éducation sont plus ou moins efficaces, la lutte contre la brucellose relève principalement de la

responsabilité des vétérinaires, qui doivent notamment appliquer les principes de l'épidémiologie et de l'élevage(31).

V.2.1. Mesure de lutte contre la brucellose animale

V.2.1.1. Prophylaxie sanitaire

Le contrôle et l'éradication de la brucellose sont une mesure souhaitée par de nombreux pays où la maladie est endémique. Cependant, ce résultat est difficile et coûteux, compte tenu des spécificités climatiques, géographiques, des ressources socio-économiques, du personnel technique, de la prévalence de la maladie, ainsi que de l'engagement strict des éleveurs aux programmes de vaccination. En ce sens, les pays en développement ont des difficultés majeures tant pour établir que pour réussir leur projet de programmes de contrôle et d'éradication de la brucellose animale (32).

Un contrôle efficace de la brucellose animale nécessite différentes approches telles que la surveillance des animaux par des tests sérologiques pour déterminer les animaux infectés, le contrôle de la transmission de la brucellose aux troupeaux d'animaux non infectés ainsi que l'élimination des animaux porteurs de la bactérie. La coopération et le soutien des agriculteurs sont essentiels à la mise en œuvre de programmes d'éradication et de contrôle à long terme. Par conséquent, les organisations vétérinaires devraient sensibiliser les éleveurs aux stratégies de prévention et aux voies de transmission par le biais de programmes d'éducation et de formation continues. L'accès aux ressources nécessaires à la prévention et aux services vétérinaires appropriés est également une condition importante (33).

V.2.1.2. Prophylaxie médicale

La vaccination est une approche prospective pour contrôler la propagation de la brucellose, en particulier chez le bétail. Divers vaccins ont été mis au point pour les animaux, mais leur efficacité varie. Les vaccins actuels présentent certains inconvénients. Par exemple, certains de ces vaccins peuvent potentiellement induire des infections humaines et provoquer des avortements chez les bovins en gestation (1).

La stratégie la plus efficace pour l'éradication et le contrôle de la brucellose chez les petits ruminants jeunes et adultes est le vaccin *Brucella melitensis* REV-1. Cette approche est considérée comme la plus efficace dans les types d'élevage extensif ou nomade et dans les cas où la prévalence de la brucellose est élevée chez les petits ruminants. La couverture vaccinale et l'efficacité des vaccins sont essentielles pour prévenir les infections à *Brucella* chez les petits ruminants et semblent être le facteur clé du succès des programmes de contrôle de *B. melitensis* (33).

V.2.2. Mesure de lutte contre la brucellose humaine

La prévention de la brucellose humaine dépend principalement du contrôle ou de l'éradication de la maladie chez les animaux. Cependant, peu de pays ont réussi à l'éradiquer de leurs troupeaux.

Les principales mesures de lutte reposent sur le contrôle des infections d'origine alimentaire, et notamment à la pasteurisation du lait, la déclaration obligatoire de la maladie et l'hygiène des manipulations au sein des professionnels (port de gants, lavage des mains) (12,28).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

L'objectif de la présente étude est de donner un aperçu général sur la situation de la brucellose caprine et humaine dans la wilaya d'El Bayadh à travers quatre parties qui sont :

1. Enquête sur la situation de l'élevage caprin et de la vaccination anti-brucellique dans la wilaya d'El Bayadh.
2. Etude rétrospective de la brucellose caprine dans la wilaya d'El Bayadh.
3. Etude rétrospective de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Bayadh.
4. Etude séro-épidémiologique de la brucellose dans les élevages caprins dans la wilaya d'El-Bayadh.

1. Zone et période de l'étude

Cette étude a été réalisée durant la période qui s'est étalée d'Aout2023 à Juin 2024 dans la wilaya d'El Bayadh.

1.1. Situation géographique

La wilaya d'El-Bayadh est située au Sud-Ouest du pays et fait partie intégrante des hautes plaines steppiques oranaises. Sur le plan de la stratégie nationale, elle est rattachée à la région programme « Hauts plateaux Ouest » qui concerne outre la wilaya d'El-Bayadh, les wilayas de Tiaret, Nâama, Saida et Tissemsilet.

La wilaya s'étend sur une superficie de 71.696,70 Km², elle est limitée par (Figure1) :

- Saida, Tiaret et Sidi Bel Abbés au Nord et Nord-Ouest.
- Laghouat, Ghardaïa et Adrar à l'Est et au Sud.
- Nâama et Béchar à l'Ouest et Sud-Ouest.

1.2. Daïras et communes

- Wilaya : El Bayadh
- Chef-lieu : El Bayadh
- Daïras : 08
- Communes : 22 (Figure2)

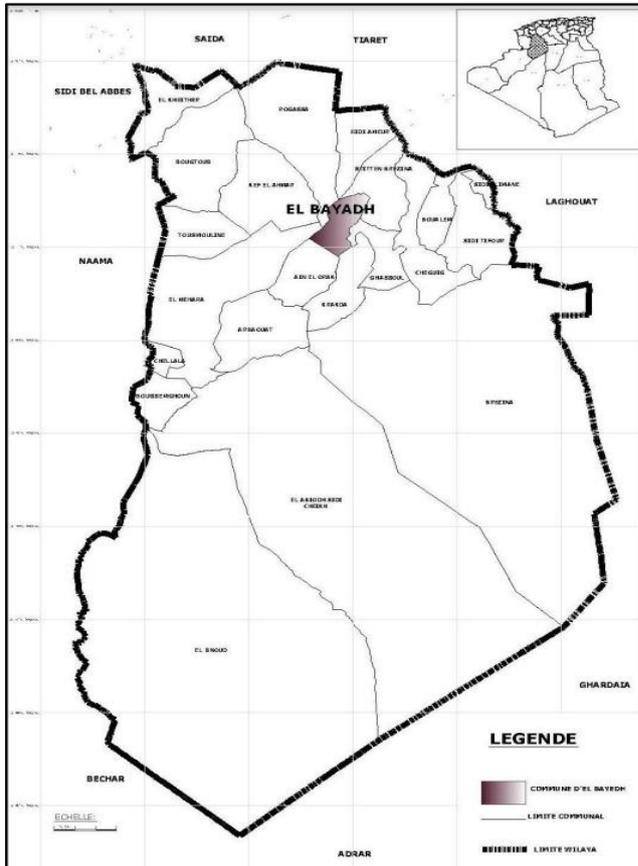


Figure 1: Carte des limites de la wilaya

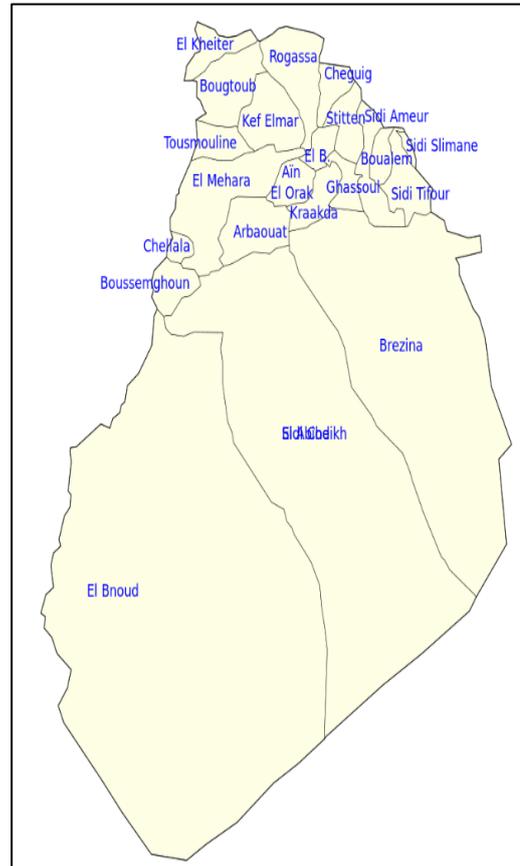


Figure 2: Carte de la subdivision de territoire de la wilaya

1. Matériel

Le matériel utilisé au cours de cette étude comprend :

1. Un questionnaire mené auprès des services vétérinaires de la wilaya.
2. Le matériel nécessaire pour l'étude rétrospective de la brucellose caprine et humaine.
3. Le matériel nécessaire pour l'étude sérologique de la brucellose dans les élevages caprins
4. Un questionnaire pour l'étude épidémiologique mené auprès des éleveurs de caprins.

2.1. Enquête auprès des services vétérinaires

Un questionnaire de 14 questions (Annexe B) est adressé aux services vétérinaires il vise à déterminer la situation de l'élevage caprin et de la vaccination anti-brucellique dans la wilaya d'El Bayadh.

2.2. Etude rétrospective de la brucellose caprine et humaine

Pour les fins de cette étude nous avons consulté les :

- Registres d'archives de la brucellose caprine durant la période s'étalant de 2010 à 2023 disponibles au niveau de la direction des services agricoles de la wilaya.
- Registres d'archives de la brucellose humaine durant la période s'étalant de 2018 à 2023 disponibles au niveau du service d'épidémiologie et de médecine préventive (SEMEP) au niveau de la direction de la santé et de la population (DSP) de la wilaya.

2.3. Etude séro-épidémiologique de la brucellose caprine

2.3.1. Elevages caprins

Cinq élevages caprins localisés au niveau des communes d'El-Bayadh, Ghassoul, Kef Lahmar ont fait l'objet de visite et de prélèvements.

2.3.2. Etude sérologique

Le matériel utilisé dans le cadre de l'étude sérologique comprend le matériel pour les prélèvements sanguins ainsi que celui utilisé au laboratoire.

2.3.2.1. Prélèvements sanguins

Le matériel de prélèvement sanguin était constitué par (figure3) :

- Tubes secs de 10 ml sous vide
- Aiguilles et porte-aiguille
- Portoirs
- Glacière avec pain de glace
- Paires de gants



Figure 3: Matériel de prélèvement et d'acheminement.

2.3.2.2. Matériel de laboratoire

Le test utilisé pour le diagnostic de la brucellose caprine est le test du rose Bengale (RBT), le matériel utilisé est (Figure 4) :

- Tubes Eppendorf étiquetés
- Micropipettes de précisions
- Pipette de pasteur
- Embouts à usage unique
- Portoirs
- Verrerie
- Centrifugeuse
- Réactif du rose bengale (ID : Innovative Diagnostics)

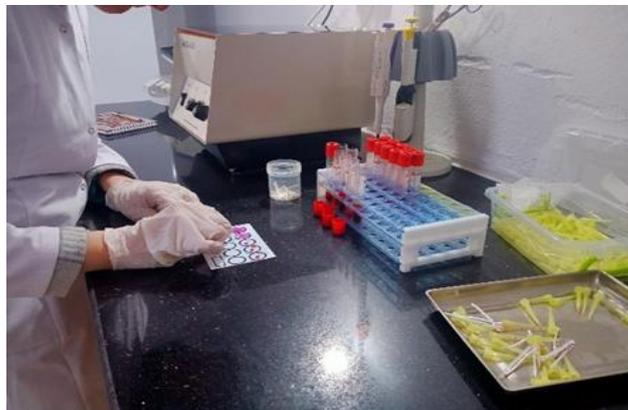


Figure 4: Matériel pour récolte de sérum et sérologie

2.3.3. Etude épidémiologique

Un questionnaire de 14 questions est rempli au niveau de chaque élevage afin de déterminer les caractéristiques épidémiologiques et sanitaires des élevages (Annexe C).

3. Méthodes

3.1. Enquête auprès des services vétérinaires

Le questionnaire a été rempli par nous-même durant une interview que nous avons réalisé avec un représentant des services vétérinaires.

3.2. Etude rétrospective de la brucellose caprine et humaine

Les archives recueillies à partir des institutions sus-citées sont présentées sous format papier, elles ont été classées et saisies sur fichiers Excel. Les données ont été traitées et convertis sous forme de graphiques interprétables en fonction de certains critères.

3.3. Etude sérologique au niveau des élevages

Au cours de notre étude, nous avons visité 5 élevages caprins dont l'effectif varie de 7 à 70 têtes, les visites sont effectuées en compagnie des vétérinaires des services agricoles dans le cadre des campagnes de dépistage de la brucellose caprine.

3.3.1. Prélèvements sanguins

Le prélèvement sanguin est réalisé sur un animal identifié et contentonné par l'éleveur au niveau de la veine jugulaire après désinfection, par le biais de tube sous vide identifié préalablement (Figure 5).

Les tubes sont maintenus en position verticale et acheminé sous couvert de froid dans une glacière et conservé à +4°C pour leur analyse sérologique ultérieure.



Figure 5: Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire

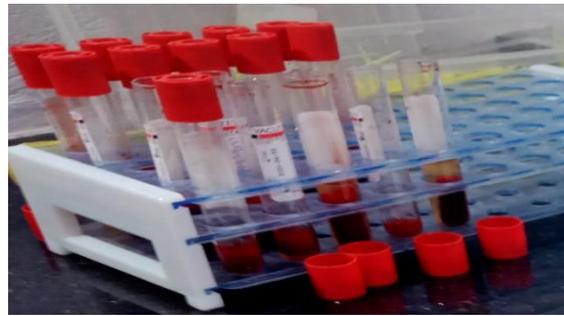
3.3.2. Récolte des sérums

Le traitement du sang et l'analyse du sérum ont été effectués au niveau de l'annexe du laboratoire vétérinaire régional de Laghouat selon les étapes ci-dessous (Figure 6).

- Centrifugation des tubes à 3000 tours/min pendant 10 min.
- Séparation des sérums et conservation dans des tubes Eppendorf.



Séparer le sang avec centrifugeuse



Sérum après séparation

Figure 6: Méthode de récolte du sérum

3.3.3. Test sérologique

L'analyse sérologique a été effectuée par l'épreuve à l'antigène tamponnée (EAT) appelée aussi « test du rose bengale » qui permet la détection des anticorps sérique dirigés contre *Brucella sp.*

- **Epreuve**

- Effectuer l'épreuve sur des sérums purs non dilués, non chauffés.
- Laisser à température ambiante avant emploi pendant 30 mn les sérums et le réactif pour les examens.
- Déposer sur la plaque 30 μ l du sérum à examiner et 30 μ l de l'antigène côte à côte.
- Pour chaque série déposer des sérums témoins positif et négatif.
- Mélanger rapidement et délicatement le sérum et l'antigène avec les bâtonnets à usage unique.
- Agiter la plaque manuellement avec des mouvements rotatoires pendant 4 minutes (Figure7).

- **Lecture**

Effectuer la lecture immédiatement après les 4 mn sous un bon éclairage et à l'œil nu (Figure 8).

- **Interprétation**

- Absence d'agglutinats = sérum négatif
- Présence d'agglutinats (même très fins) = sérum positif



Figure 7: Epreuve à l'antigène tamponné



Figure 8: Lecture et interprétation des résultats de l'EAT

3.4. Etude épidémiologique

Le questionnaire est réalisé par nous-même en face à face avec les éleveurs au cours de notre visite. Il vise à :

- Identifier l'élevage.
- Déterminer certaines caractéristiques et pratiques de l'élevage.
- Déterminer le taux d'avortement et certains troubles sanitaires associés à la brucellose.

Résultats

Les résultats de la présente étude sont présentés en quatre parties :

•Partie 1 : Enquête sur la situation de l'élevage caprin et de la vaccination anti-brucellique dans la wilaya d'El Bayadh

Les résultats du questionnaire adressé aux services vétérinaires sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

1.1. Effectif caprin et mode d'élevage

Le nombre des têtes caprines de la wilaya pour la campagne 2022-2023 est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1: Effectifs et type d'élevages caprins

Effectif total	Effectif moyen par élevage	Effectif maximal par élevage	Effectif minimal par élevage	Mode d'élevage
169781	50	100	2	Mixte

Le tableau 1 montre que les élevages de la wilaya varient d'un simple élevage familial avec 2 têtes à des élevages professionnels avec 100 têtes.

1.2. Répartition des élevages caprins par communes

Le nombre d'élevages caprins recensés durant l'année 2023 est estimé à 26050 élevages. La répartition de ces élevages par communes est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2: Répartition des élevages caprins selon les communes

Nombre d'élevages caprins	Nombre de Communes	Communes
Inférieur à 500	2	Sidi Slimane, Boussemghoune
Entre 500 et 1000	7	El-Bayadh, Boualem, Stitten, Bougtoub, Kheiter, Ghassoul, Chellala
Supérieur à 1000	13	Rogassa, Kef Lahmar, Cheguig, S/Tiffour, S/Amar, Tousmouline, Brézina, Krekda, El-Abiodh/Ch, Bnoud, Arbaouat, Ain ourak, Mehara

Le tableau 2 montre que la wilaya d'El Bayadh :

- Détient un nombre élevé d'élevages réparti sur la totalité des communes.
- Deux communes ont un nombre d'élevage caprin inférieur à 500.
- Le reste des communes ont un nombre d'élevage supérieur à 500.

1.3. Etat des lieux de la vaccination

Les réponses des questions relatives à la vaccination anti-brucellique sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3: Etat des lieux de la vaccination

1. La vaccination anti-brucellique est-elle appliquée dans la wilaya ?	Oui
2. Si oui, depuis quelle année ?	2009
3. Les campagnes de vaccination se font elles annuellement ?	Oui
4. Est-ce que les campagnes de vaccination se poursuivent jusqu'à aujourd'hui ?	Non Arrêt de la vaccination en 2014
5. Si non, Pourquoi	Problèmes administratifs
6. Y a-t-il des élevages qui n'ont pas été vaccinés ?	Oui
7. Si oui, pourquoi ?	Refus des éleveurs
8. Quel est le taux de couverture vaccinale de la population caprine au niveau de la wilaya ?	59 %

Le tableau 3 montre que :

- Les campagnes de vaccination anti-brucellique se faisaient annuellement pendant 6 ans (2009-2014).
- La couverture vaccinale a atteint un peu plus de la moitié du cheptel.
- Beaucoup d'élevages échappent à la vaccination suite au refus des éleveurs.

• Partie 2 : Etude rétrospective de la brucellose caprine dans la wilaya d'El Bayadh

Les données recueillies par la direction des services vétérinaires sur les caprins positifs ne sont pas disponibles pour la totalité des années.

2.1. Distribution des caprins séropositifs (2010 et 2021 à 2023)

Les données sur l'effectif dépisté et positif sont disponibles que pour les années 2010, 2021, 2022, 2023 (Tableau 4).

Tableau 4: Distribution des caprins séropositifs par année

Année	Animaux dépistés	Animaux positifs	Séroprévalence (%)
2010	2038	309	15.16
2021	396	39	9.84
2022	613	30	4.89
2023	3830	305	7.96

Le tableau montre que :

- Le nombre d'animaux dépistés oscille d'une année à une autre.
- Les prévalences calculées pour les années étudiées sont élevées.

2.2. Bilan d'abattage des animaux positifs

Le bilan d'abattage des animaux positifs est présenté dans le tableau 5 et la figure 9.

Tableau 5: Bilan d'abattage des animaux positifs (2010-2023)

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
El-Bayadh	15	0	0	0	0	0	41	31	39	0	19	11	12	15
Rogassa	1	0	0	0	0	10	0	0	48	9	0	0	6	0
Kef Lahmar	19	0	0	0	0	0	12	4	0	0	1	0	0	26
Cheguig	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	11	0	0	40
Boualem	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	2
S/Tiffour	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	3	0	1	6
S/Slimane	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S/Amar	1	0	0	0	0	25	0	2	6	5	0	0	0	1
Stitten	10	0	0	0	0	26	0	0	1	0	2	0	0	27
Bougtoub	0	0	0	0	0	0	3	0	5	0	35	0	1	14
Kheiter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	2
Tousmouline	14	0	0	0	0	20	0	0	0	0	10	0	4	0
Brézina	36	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
Ghassoul	8	0	0	0	0	0	0	25	63	0	6	22	4	84
Krekda	101	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	58
El-Abiodh S/Ch	73	0	0	0	0	0	0	2	23	48	0	5	0	2
Bnoud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Arbaouat	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	1	0	0	0
Ain Orak	22	0	0	0	0	0	2	6	2	1	9	0	0	1
Chellala	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mehara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Bousseghoune	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	309	0	0	0	0	81	59	82	226	64	106	39	29	296

Le tableau montre que :

- Les années qui ont enregistré un taux d'abattage élevé sont 2010, 2018, 2020 et 2023.
- Entre 2011 et 2014, il n'y a pas eu d'abattage enregistré.

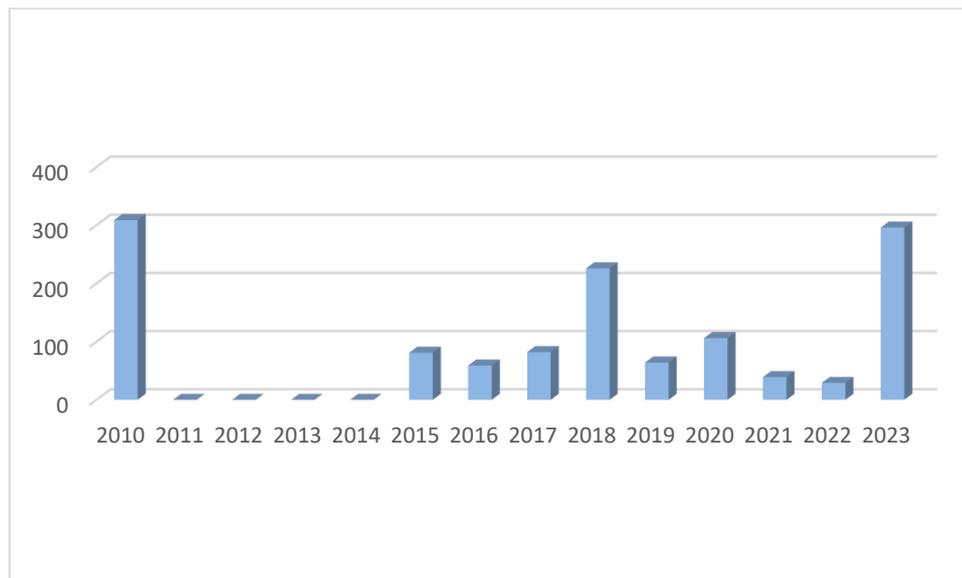


Figure 9: Bilan d'abattage des animaux positifs (2010-2023)

2.3. Taux de dépistage de la brucellose caprine

Le taux d'animaux dépistés comparativement à l'effectif total est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6: Evolution de l'effectif dépisté pour la brucellose caprine dans la wilaya d'El- Bayadh (2021-2023)

Année	Effectif caprin total	Caprins dépistés	Taux de dépistage (%)
2021	249000	396	0,16
2022	146565	613	0,41
2023	169781	3830	2,25

Le tableau montre que le taux de dépistage de la brucellose caprine est très faible.

2.4. Taux d'abattage des animaux positifs

Le taux d'abattage des animaux positifs est présenté dans le tableau ci-dessous

Tableau 7: Taux d'abattage (2021-2023)

Année	Caprins positifs	Caprins abattus	Taux d'abattage (%)
2021	39	39	100%
2022	30	29	96,6%
2023	305	295	96,7%

Le tableau 7 montre que le nombre d'animaux abattus est inférieur aux animaux positifs pour les années 2022 et 2023.

• **Partie 3 : Etude rétrospective de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Bayadh**

Les données recueillies par la direction de la santé et de la population sont analysées et synthétisées dans les tableaux ci-dessous.

3.1. Répartition temporelle de la brucellose humaine

3.1.1. Répartition annuelle

La répartition annuelle des cas de brucellose humaine sur six ans (2018-2023) est présentée dans le tableau 8 et la figure 10 ci-dessous.

Tableau 8: Variation annuelle des cas de la brucellose humaine

Année	Sujets positifs
2018	586
2019	348
2020	507
2021	439
2022	403
2023	543
Total	2826

Le tableau 8 montre que ;

- Le nombre total de cas humains durant la période d'étude est de 2826 cas
- La variation annuelle s'inscrit dans une fourchette de [300 à plus de 500] cas annuellement.
- Le pic a été enregistré en 2018 avec 586 cas.

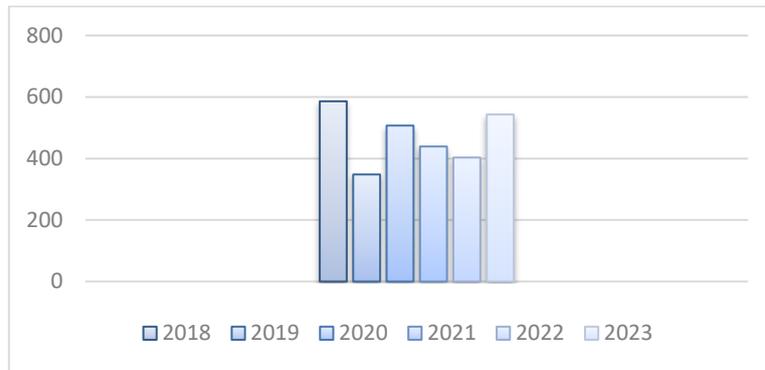


Figure 10: Variation annuelle des cas de brucellose humaine (2018- 2023)

3.1.2. Répartition mensuelle

Le tableau 9 et la figure 11 indiquent les variations mensuelles du nombre de cas de 2018 à 2023.

Tableau 9: Variations mensuelles des cas de brucellose humaine

Mois	Janv	Févr	Mar	Avri	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
2018	26	33	82	70	96	76	72	54	36	18	10	13	586
2019	7	14	29	32	50	59	39	22	43	30	10	13	348
2020	7	32	53	72	64	64	60	39	35	35	21	25	507
2021	27	37	64	48	63	63	46	26	29	17	11	8	439
2022	14	11	27	35	62	58	56	69	21	21	16	13	403
2023	17	32	26	59	91	72	66	75	44	28	14	19	543
Total	98	159	281	316	426	392	339	285	208	149	82	91	2826

Le tableau montre que :

- La brucellose humaine sévit sous une forme endémique tout au long de l'année.
- Une augmentation du nombre de cas est signalée à partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre.
- Le pic est enregistré au mois de mai avec 426 cas.

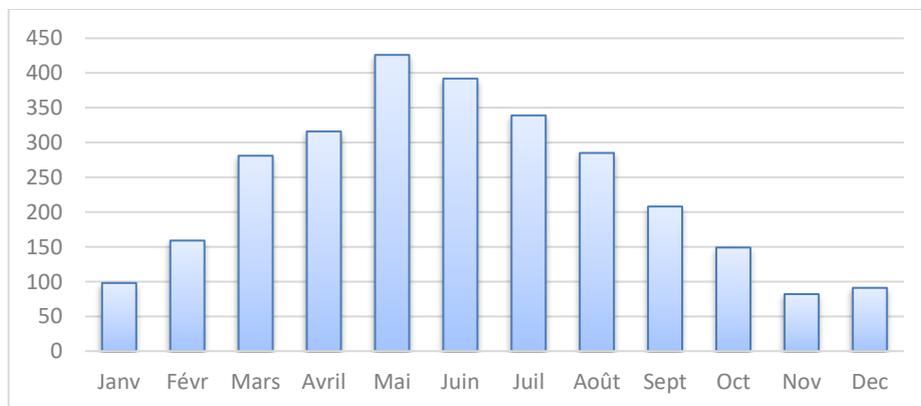


Figure 11: Variations mensuelles du nombre de cas de 2018 à 2023

3.2. Répartition spatiale de la brucellose humaine

La répartition des cas de brucellose humaine sur les communes de la wilaya durant la période 2018-2023 est présentée dans le tableau 10 et la figure 12.

Tableau 10: Répartition des cas de la brucellose humaine par commune et par année

Commune	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
El-Bayadh	149	85	103	118	62	101	618
Rogassa	37	13	15	13	7	12	97
Kef Lahmar	30	27	24	17	41	23	162
Cheguig	5	6	19	7	4	19	60
Boualem	27	5	9	8	6	7	62
S/Tiffour	16	6	14	13	10	9	68
S/Slimane	0	0	0	0	0	2	2
S/Amar	12	8	7	7	6	6	46
Stitten	14	4	6	3	6	3	36
Bougatoub	42	17	31	27	56	56	229
Kheiter	5	1	4	4	29	12	55
Tousmouline	14	3	6	10	14	30	77
Brézina	40	30	35	24	26	29	184
Ghassoul	46	17	44	42	25	56	230
Krekda	8	8	15	4	14	20	69
El-Abiodh S/Ch	56	58	64	29	32	83	322
Bnoud	12	2	13	21	6	23	77
Arbaouat	27	14	22	27	13	8	111
Ain Orak	12	13	14	3	7	4	53
Chellala	5	11	19	17	13	9	74
Mehara	20	18	37	38	23	24	160
Boussemgoune	9	2	6	7	3	7	34
Total wilaya	586	348	507	439	403	543	2826

Le tableau montre que :

- Les cas de brucellose sont enregistrés au niveau des 22 communes de la wilaya.
- Huit communes ont enregistré plus de 100 cas durant la période d'étude, il s'agit de : El Bayadh, Kaf Lahmar, Bougatoub, Brézina, Ghassoul, El Abiodh S/Ch, Arbaouat et Mehara.
- La commune d'El Bayadh est de loin la commune la plus affectée avec 618 cas.

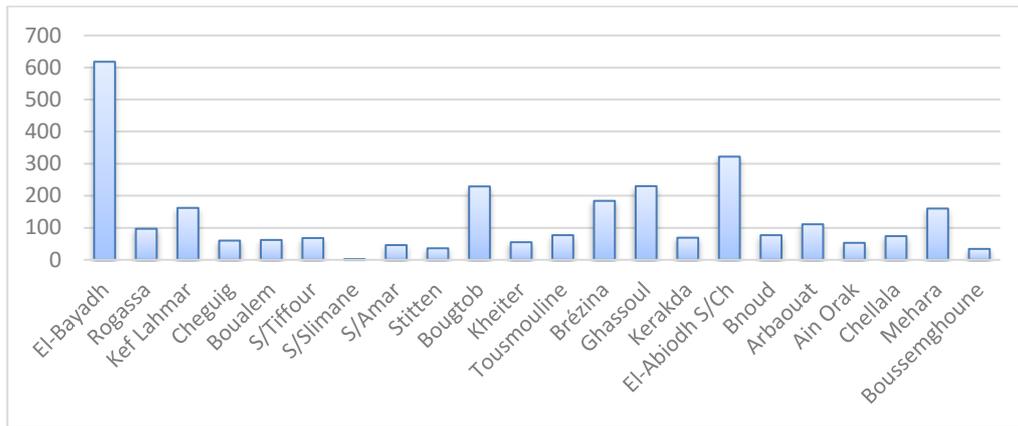


Figure 12: Répartition spatiale de la brucellose humaine 2018-2023

3.3. Répartition des cas brucelliques en fonction des tranches d'âges

La répartition des cas brucelliques selon les tranches d'âges au cours de la période d'étude est présentée dans le tableau 11 et la figure 13.

Tableau 11: Répartition des cas brucelliques selon les tranches d'âges

Age (Année)	0-1	2-4	5-9	10-14	15-19	20-44	45-64	≥65	Total
2018	2	14	30	37	32	300	121	50	586
2019	0	6	16	16	26	177	84	23	348
2020	0	2	20	27	34	238	127	59	507
2021	3	5	20	8	25	222	116	40	439
2022	2	6	21	19	28	183	102	42	403
2023	0	7	23	25	29	264	136	59	543
Total	7	40	130	132	174	1384	686	273	2826

Le tableau montre que :

- Toutes les tranches d'âges sont concernées par la maladie.
- Les tranches d'âges les plus atteintes sont les personnes âgées de 20 ans et plus.

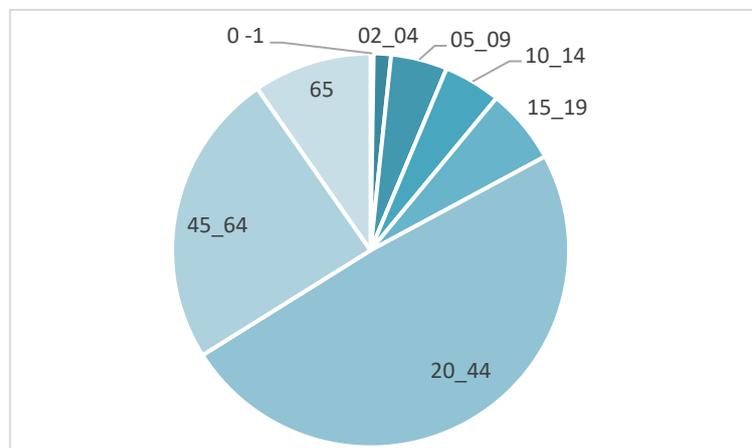


Figure 13: Répartition des cas brucelliques selon les tranches d'âges (2018-2023)

3.4. Répartition des cas brucelliques en fonction du sexe

La répartition des cas brucelliques selon le sexe durant la période d'étude est présentée dans le tableau 13 et la figure 14.

Tableau 12: Répartition des cas brucelliques selon le sexe

Sexe	Masculin	Féminin	Sexe ratio M/F
2018	352	234	1.50
2019	205	143	1.43
2020	330	177	1.86
2021	273	166	1.64
2022	247	156	1.58
2023	316	227	1.39
Total	1723	1103	1.56
%	60.96	39.03	/

Le tableau montre que :

- Les deux sexes sont atteints par la maladie
- Il y a une prédominance de l'atteinte du sexe masculin avec un sexe ratio M/F=1.56

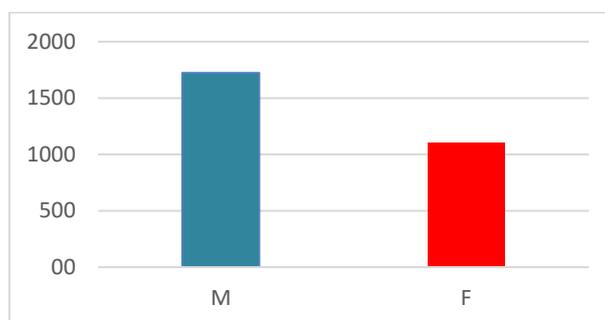


Figure 14: Répartition des cas brucelliques selon le sexe

•Partie 4 : Etude séro-épidémiologique de la brucellose dans les élevages caprins

Les résultats de l'étude séro-épidémiologique réalisée au niveau des élevages caprins sont présentés ci-après.

4.1. Caractéristiques des élevages visités

Les caractéristiques des élevages visités sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13: Caractéristiques des élevages

Caractéristiques	Nombre	Pourcentage (%)
Expérience professionnelle des éleveurs		
Moins de 5 ans	1	20
Entre 5 ans et 10 ans	3	60
Entre 10 et 20 ans	0	0
Plus de 20 ans	1	20
Effectifs des élevages (têtes)		
Moins de 10	1	20
Entre 10 et 50	3	60
Entre 50 et 100	1	20
Plus de 100	0	0
Localisation de la ferme		
Urbaine	0	0
Rurale	5	100
Type de logement		
Etable bâtit	0	0
Zriba	5	100
Hygiène de l'élevage		
Très sale	0	0
Moyenne	5	100
Bonne	0	0
Présence d'aire d'exercice		
Non	1	20
Oui	4	80
Présence d'autres fermes au voisinage		
Non	0	0
Oui	5	100
Pratique du pâturage en dehors de la ferme		
Non	0	0
Oui	5	100
Présence d'autres troupeaux caprins qui occupent le même pâturage		
Non	0	0
Oui	5	100

Le tableau montre que :

- La majorité des éleveurs a une expérience professionnelle supérieure à 5 ans.
- La majorité des élevages a un effectif supérieur à 10 têtes, est localisée en zone rurale, logée dans des constructions non bâtit « Zriba » et est de type extensif.

4.2. Séroprévalences

4.2.1. Séroprévalence d'élevage

Un élevage est considéré comme positif si au moins un sujet est dépisté positif dans l'élevage.

La séroprévalence d'élevage est présentée dans le tableau 14.

Tableau 14: Séroprévalence d'élevage

Elevages	Elevages positifs	Prévalence (%)
5	3	60

Le tableau montre que 3 élevages parmi 5 ont présenté au moins un cas positif.

4.2.2. Séroprévalence individuelle

Tableau 15: Séroprévalence individuelle

Sujets testés	Sujets positifs	Prévalence (%)
43	20	46.51

Le tableau montre que presque la moitié des sujets testés soit 46.51% sont séropositifs.

4.3. Répartition de la séropositivité en fonction de l'âge

La répartition de la séropositivité en fonction de l'âge des sujets est présentée dans le tableau 16

Tableau 16: Répartition de la séropositivité en fonction de l'âge

Age (années)	Séropositifs	Séronégatifs	% des positifs
≤ 1	4	7	9,3
2-3	3	6	6,9
3-4	5	2	11,6
>4	8	8	18,6

Le tableau montre que la séropositivité est observée dans toutes les tranches d'âges. Elle augmente chez les sujets âgés de plus de 2 ans.

4.4. Statut sérologique et troubles de la reproduction

La présence de certains troubles de la reproduction en fonction du statut sérologique des élevages est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17: Statut sérologique et troubles de la reproduction

Paramètres	Elevages positifs	%	Elevages négatifs	%
Avortement durant l'année en cours	2	40	3	60
Chevreaux mort-nés	4	80	1	20
Mortalité des chevreaux dans les 48h	4	80	1	20
Orchites/épididymites	1	20	4	80

Le tableau montre que :

- Des avortements ont été observés dans 40% des élevages positifs
- 80% des élevages rapportent la présence des chevreaux morts nés et des mortalités des chevreaux dans les 48h.
- 20% des élevages positifs signalent la présence des orchites / épididymites.
- Les taux élevée des avortements et des orchites épididymites dans les élevages négatifs sont probablement dus à d'autres agents infectieux.

Discussion

Discussion

La présente étude a pour objectif de donner un aperçu général sur la situation de la brucellose caprine et humaine dans la wilaya d'El Bayadh. Les résultats de la première partie ont permis de montrer que la wilaya d'El Bayadh détient un cheptel caprin important réparti sur tout le territoire de la wilaya. En effet, la wilaya d'El Bayadh, compte parmi les principales zones pastorales de l'Ouest algérien. La vaccination anti-brucellique des petits ruminants est rentrée en vigueur en 2009 et s'est poursuivie annuellement jusqu'à 2014, date à laquelle il y a eu arrêt des campagnes de vaccination pour des raisons non évoquées. Les services vétérinaires révèlent que beaucoup d'élevages n'ont pas été vaccinés pour plusieurs raisons dont le principal est le refus des éleveurs. La couverture vaccinale était estimée à 59% soit presque la moitié du cheptel n'a pas été vaccinée.

Les résultats de la deuxième partie portant sur l'étude rétrospective de la brucellose caprine ont révélé un manque important de données. En effet, ces dernières ne sont disponibles que pour les années 2010, 2021, 2022 et 2023. Cela a été justifié par une perte des archives des années manquantes suite à un déménagement des services vétérinaires vers de nouveaux locaux. Les prévalences calculées au cours de ces années sont relativement élevées inscrivant un minimum de 4.8% en 2022 et un maximum de 15.16% en 2010. Selon des données anciennes de la direction des services vétérinaires rapportées dans une étude de Aggad en 2004(34), la wilaya d'El Bayadh a enregistré 1 caprin positif/615 dépistés et 3 caprins positifs/1375 dépistés respectivement pour les années 2001 et 2002. Dans la wilaya de Djelfa, Boutaiba et Amara en 2018 (35) ont rapporté des séroprévalences de 3%, 4% et 7% respectivement pour les années 2001, 2002 et 2003. Les mêmes auteurs ont également rapporté des taux de 3%, 3,61% et 5% respectivement pour les années 2004, 2005 et 2006 au niveau de la wilaya de Laghouat.

Dans une étude de Lounes et Bouyoucef (36) publiée en 2008, la séroprévalence de la brucellose caprine calculée dans 10 wilayas du centre d'Algérie est estimée à 31% à l'échelle cheptel et 13.41% à l'échelle individuelle. En Tunisie, selon Khamassi khbou et al. En2024 (37), les enquêtes de séroprévalence font état d'une atteinte de 73,1 % des troupeaux de petits ruminants dans lesquels 16,1% des animaux sont touchés.

Concernant les bilans d'abattage de la wilaya d'El Bayadh disponibles de 2010 à 2023, ils font état d'un abattage annuel des sujets positifs avec un record pour les années 2010, 2018, 2020 et 2023 ce qui témoigne d'une forte prévalence de la brucellose caprine durant ces années. En revanche, l'absence d'abattage entre 2011 et 2014 ne serait pas témoin d'une

absence de l'infection mais plutôt de l'absence de dépistage durant ces années justifié par la vaccination des animaux.

Concernant le dépistage des animaux, nous avons constaté un très faible taux de dépistage de caprins, ce dernier varie de 0.16 à 2.25% entre 2021 et 2023. Ces taux témoignent d'une stratégie de lutte insuffisante. En réalité, les campagnes de dépistage ne sont pas programmées systématiquement, elles sont initiées à l'occasion d'apparition de foyers humains. Des taux de dépistage faibles sont également rapportés dans d'autres wilayas comme la wilaya de Laghouat où il a été rapporté sur une période de 10 ans (2000 à 2009), un taux de dépistage maximal de 22.44%(38).

D'après Kardjadj en 2018 (39), un taux d'identification et de dépistage de l'ordre de 1% a été mentionnée en Algérie, ce faible taux est expliqué entre autres par l'absence de coopération des éleveurs en vue de la détection des foyers de la maladie et le manque de moyens des services vétérinaires des différentes inspections, particulièrement le transport pour se déplacer vers les élevages, surtout dans les zones rurales.

Concernant le taux d'abattage, nous avons constaté qu'il n'atteint pas systématiquement les 100% pour toutes les années. Selon Msibih et Slimi en 2011 (38) un taux d'abattage moyen de 54.50% a été enregistré entre 2008-2010 dans la wilaya de Laghouat. Kardjadj (39) estime que la non concordance entre le nombre d'animaux positifs et le nombre d'animaux abattus est due au refus des éleveurs à cause de l'indemnisation faible de 20 à 35% de la valeur bouchère de l'animal.

Les résultats de la troisième partie portant sur l'étude rétrospective de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Bayadh ont montré que durant la période d'étude (2018-2023) la wilaya d'El Bayadh a enregistré un nombre élevé de cas (2826) avec une fourchette de [300 à plus de 500] cas annuellement. Cela montre que la wilaya est fortement endémique avec des pics épidémiques. En effet la wilaya d'El Bayadh compte parmi les wilayas à forte incidence pour la maladie. Bouferkas et Fellati (40) rapportent dans une étude rétrospective de la brucellose en Algérie durant la période 2000-2015 que la wilaya d'El Bayadh a enregistré 5122 cas humains . D'autres wilayas dépassant les 4000 cas durant la même période sont rapportées dans la même étude, nous citons : Djelfa, M'Sila Tébessa, Laghouat, Biskra et Béchar avec 14399 cas, 10453 cas, 7659 cas, 7216 cas, 5498 cas et 4131 cas respectivement.

La distribution mensuelle des cas brucelliques durant la période d'étude montre que la brucellose humaine sévit sous une forme endémique tout au long de l'année avec une nette augmentation du nombre de cas à partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre, le pic est enregistré au mois de mai avec 426 cas. L'augmentation observée au printemps coïncide

avec la période de mise-bas des petits ruminants, période durant laquelle les éleveurs et leurs femmes, les ouvriers ainsi que les vétérinaires sont en contact étroit avec les animaux, les fœtus, les placentas et les sécrétions utérines. Dahmani et al (41) rapportent dans une étude menée dans la daïra d'Aziz durant la période 2003-2015 que le nombre de cas était nettement plus élevé du mois de mai au mois de septembre.

La distribution spatiale de la maladie a montré que les cas de brucellose humaine sont enregistrés au niveau des 22 communes de la wilaya. Huit communes ont enregistré plus de 100 cas durant la période d'étude, il s'agit de : El Bayadh, Kaf Lahmar, Bougtoub, Brezina, Ghassoul, El Abiodh S/Ch, Arbaouat et Mehara. La présence de la maladie au niveau de tout le territoire de la wilaya pourrait être expliquée par la présence d'un nombre élevé d'élevages dans toutes les communes. Ces derniers ne sont plus couverts par les campagnes de vaccination qui ont pris fin en 2014.

La distribution des cas positifs selon les tranches d'âges révèle que toutes les tranches d'âges sont concernées par la maladie, les personnes âgées de 20 ans et plus sont les plus atteints. Le mode de transmission de la maladie s'effectue par la consommation de lait et dérivés contaminés et par contact avec les animaux infectés et leurs sécrétions. L'atteinte des plus jeunes sujets serait certainement due à la consommation de produits laitiers contaminés alors que l'atteinte majoritaire des sujets adultes s'explique par la contamination professionnelle en plus de la contamination par les produits laitiers. Dans une étude de Dechicha et al. (42) réalisée sur 10419 sujets brucelliques répartis sur 15 wilayas, il a été rapporté que toutes les tranches d'âge sont exposées à l'infection avec des extrêmes allant de 20 mois à 86 ans, la moyenne d'âge d'atteinte était estimée à 30.79 ans.

La répartition des cas brucelliques en fonction du sexe montre que la maladie affecte sans distinction les deux sexes avec une légère prédominance du sexe masculin (sexe ratio M/F=1.56). Cela s'expliquerait par l'aspect professionnel de la maladie exercé par les hommes (éleveurs, vétérinaires) qui sont exposés directement à l'agent pathogène par contact direct. Un constat similaire a été rapporté dans une étude menée à Djelfa par Abdellaoui et Abderrahim(43).

Les résultats de la 4^e partie montrent que les élevages visités appartiennent à des éleveurs caprins professionnels et sont de type extensif. La présence d'aire d'exercice et de pâturages communs avec d'autres élevages fait un brassage des troupeaux et facilite la transmission des agents pathogènes par simple contact. Le logement des animaux dans des « Zriba » représente un endroit instable qui ne respecte aucune norme de biosécurité ou d'hygiène ce qui permet ainsi la persistance et la multiplication des germes.

Les séroprévalences apparentes ont révélé l'infection de 60% des élevages et 46.51% des sujets soit presque la moitié des sujets testés. Ces taux sont très élevés témoignant de la propagation importante de la bactérie au sein des élevages caprins. Cette propagation est favorisée par les caractéristiques des élevages que nous avons sus-citées (pâturages communs, contact des troupeaux infectés et sains, logement en Zriba, état d'hygiène non satisfaisant et aussi par l'absence de l'immunité vaccinale des sujets. Dans une étude menée dans la région de Tizi-Ouzou, Akkou et al. (44) rapportent l'atteinte de 27,45% des élevages caprins et 3,32% des sujets. Dans une autre étude menée par Abdellaoui et al. (45) dans les wilayas du centre d'Algérie (Alger, Blida, Médéa, Ain Defla et Tipaza) durant la période allant de 2016 à 2020, il a été rapporté l'infection de 2,93%, 4,7% et 21,92% des bovins, ovins et caprins respectivement.

La distribution de la séropositivité en fonction de l'âge a montré que tous les âges sont atteints. Dans une étude de Sadi(46) dans la région de Tizi-Ouzou il a été rapporté que la séropositivité est plus importante dans la tranche d'âge [1-3 ans].

La confrontation du statut sérologique des élevages avec certains troubles de la reproduction reliés à la brucellose (avortement, mortinatalité, mortalité dans les 48h et Orchites/épididymites chez les males) montre que ces troubles sont aussi présents dans les élevages positifs que négatifs. Il est certain que la brucellose est une maladie qui occasionne de tels troubles mais un lien statistique entre ces derniers et la séropositivité ne peut être établie dans le cadre de cette étude vu le nombre réduit d'élevages étudiés. Par ailleurs la présence de ces signes dans les élevages négatifs peut être due à d'autres agents infectieux.

Conclusion

A travers la présente étude nous sommes parvenus aux conclusions suivantes :

Nos résultats ont permis de montrer que le cheptel caprin qui est important dans la wilaya n'est plus couvert par la vaccination anti-brucellique suite à l'arrêt du programme de vaccination.

L'étude rétrospective sur la brucellose animale n'a pas pu être menée complètement faute de données disponibles au niveau des services vétérinaires. Les séroprévalences calculées pour les quatre années étudiées révèlent des taux importants et le bilan d'abattage confirme l'infection d'un grand nombre de sujets.

Le constat d'une forte prévalence de la brucellose caprine a été consolidé par notre étude séro-épidémiologique au niveau des élevages caprins. En effet, malgré le nombre réduit d'élevages que nous avons pu visiter, nous avons constaté que 60% des élevages caprins et 46.51% des sujets sont infectés.

D'autre part, la brucellose humaine n'a pas notée une amélioration, l'incidence enregistre une fourchette de 300 à plus de 500 cas annuellement ce qui classe la wilaya d'El Bayadh parmi les wilayas à forte incidence en brucellose humaine.

L'apparition de pics durant la période printanière ainsi que la prédominance de l'infection chez les sujets masculins et adultes confirme le statut professionnel de la maladie et révèle l'ignorance et le manque de sensibilisation de la population quant aux modes de transmission et aux mesures prophylactiques de la maladie.

Recommandations

A l'issue de notre étude, nous apportons quelques recommandations qui peuvent être appliqués :

- ❖ Au niveau de l'élevage :
 - Appliquer la quarantaine et le dépistage des animaux nouvellement introduits.
 - Séparer les élevages avec des clôtures solides pour éviter les contacts entre les animaux.
 - Séparer les différentes espèces animales.
 - Isoler des femelles gestantes à l'approche du part.
 - Dépister les boucs reproducteurs.
 - Isoler les femelles avortées et désinfecter régulièrement leur entourage.
 - Enfouir les avortons et arrière-faix.
 - Déclarer les avortements auprès des services vétérinaires.
 - Améliorer les conditions des logements, d'hygiène et d'alimentation et éviter le brassage des troupeaux.
- ❖ Au niveau des services vétérinaire et les responsables de la santé publique :
 - Identification des animaux
 - Dépistage systématique et semestriel des animaux.
 - Abattage des animaux positifs.
 - Adopter une politique d'indemnisation conséquente et rapide des animaux abattus.
 - Contrôler les points de vente de lait cru.
 - Sensibiliser les vétérinaires et les intégrer dans un réseau national d'épidémiologie-surveillance.
 - Sensibiliser les éleveurs sur la nécessité de déclarer les avortements, les risques de la maladie et les mesures à prendre.

Références

Bibliographiques

1. Kamal A. Qureshi, Adil Parvez, Nada A. Fahmy, Bassant H. Abdel Hady, Shweta Kumar, Anusmita Ganguly, Akhtar Atiya, Gamal O. Elhassan, Saeed O. Alfadly, Seppo Parkkila & Ashok Aspatwar (2023) Brucellosis : epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment- a comprehensive review, *Annals of Medicine*, 55 :2, 2295398, DOI: 10.1080/07853890.2023.2295398.site disponible
<https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2295398>.
2. Cutler S., Whatmore A. Progress in understanding brucellosis. *Vet. Rec.*, 2003, 153(21), 641-642.
3. González-Espinoza, G. ; Arce-Gorvel, V. ; Mémet, S. ; Gorvel, J.-P. Brucella : Reservoirs and Niches in Animals and Humans. *Pathogens* 2021, 10, 186. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020186>.
4. Khezzani, A. N. Aouachria, S. Djaballah, T. Djedidi, M. Bosilkovski. AN OVERVIEW OF ANIMAL BRUCELLOSIS IN THE PROVINCE OF EL-OUED (ALGERIAN SAHARA). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2020, 12(1S), 225-244. Doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i1S.16>.
5. Kardjadj M. The Epidemiology of Human and Animal Brucellosis in Algeria. *J Bacteriol Mycol*. 2016 ; 3(2) : 1025. ISSN : 2471-0172.
6. R.E.M. Situation épidémiologique de l'année 2020 sur la base des cas déclarées à L'I.N.S.P. Relevés Epidémiologiques Mensuels « R.E.M » Algérie REM 2020 ; Vol : XXXI. Site disponible https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/REM_2020.pdf.
7. R.E.M. Situation épidémiologique de l'année 2022 sur la base des cas déclarés à L'I.N.S.P. Relevé Epidémiologique Mensuel « R.E.M » Algérie.2022 ; Vol : XXXIII :21-10. Site disponible : https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/REM_annuel_2022.
8. Ganière JP ; Laaberki MH. La brucellose animale ; photocopié des unités de maladies contagieuses des quatre Ecoles Nationales Vétérinaires françaises ; Mériat (Lyon) ; septembre 2023. 59 P.
9. Bounaadja L. Développement d'une PCR en temps réel pour la détection des Brucella et relations avec le genre Ochrobactrum. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat Spécialité : Biologie des organismes ; Académie de Nantes université de Maine 2009-2010.
10. Acha P.N, Syzyfres B. Brucellose. Zoonose et maladie transmissible à l'homme et aux animaux. Volume 1. Troisième édition ; Paris (France) ;2005. P. 26-48.
11. Toma B, André-fontaine G, Artois M, Augustin J C, Bastian S, Bénet J et al. Les zoonoses infectieuses ; photocopié des unités de maladies contagieuses des écoles vétérinaires françaises ; Mériat (Lyon) ; septembre 2004.171 P.
12. Maurin M. Médecine et maladies infectieuses. La brucellose à l'aube du 21e siècle. 2004 Dec 10 ; 35 :6-16.
13. About F, Pastre T, Boutrou M, Yahiaoui Martinez A, Melzani A, Peugny S, et al. Novel species of Brucella causing human brucellosis, French Guiana. *Emerg Infect Dis*. 2023 Feb. <https://doi.org/10.3201/eid2902.220725>.

14. Molto N. Les maladies réglementées chez les primates. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Toulouse 3, 2010, 297p.
15. Denis.F, Poly.M, Martin.C et al. Brucella in: J.-P. Lavigne, D. O 'Callaghan Bactériologie médicale. Edition 3. France ; 2016.
16. Holzapfel M. De l'épidémiologie moléculaire aux analyses fonctionnelles de Brucella chez les ruminants, une approche intégrée pour l'identification et l'étude de la diversité phénotypique d'un genre génétiquement homogène (Thèse). Paris; Université Paris-Est Ecole Doctorale Abies 2018.
17. De Figueiredo P, Ficht TA, Rice-Ficht A, Rossetti C, and Adams L G. REVIEW Pathogenesis and Immunobiology of Brucellosis Review of Brucellae Host Interactions. The American Journal of Pathology 2015 Jun; 185(6): 1505–1517. doi: 10.1016/j.ajpath.2015.03.003.
18. Khan MZ, Zahoor M. An Overview of Brucellosis in Cattle and Humans, and its Serological and Molecular Diagnosis in Control Strategies. Trop Med Infect Dis. 2018 Jun 14 ;3(2) :65. Doi: 10.3390/tropicalmed3020065. PMID: 30274461; PMCID: PMC6073575.
19. Tuon FF, Gondolfo RB, Cerchiari N. Human-to-human transmission of Brucella – a systematic review. Trop Med Int Health. 2017 May ;22(5) :539-546. Doi: 10.1111/tmi.12856. Epub 2017 Mar 9. PMID: 28196298.
20. J. ROUX. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, 57 (2) : 179-194 (1979).
21. Bervas C, Gutierrez C, Lesterle S. Points sur les risques liés à la présence de Brucella dans l'environnement. Atelier santé de l'environnement. ENSP. IGS 2005-2006 ; 12P.
22. Megid J, Luis A.M, Carlos A.R. Clinical Manifestations of Brucellosis in Domestic Animals and Humans. The Open Veterinary Science Journal, 2010, 4, 119-126P.
23. Freycon Pauline. Rôle du Bouquetin Cara Ibex dans L'épidémiologie de la brucellose a brucella melitensis en haute Savoie. (Thèse). Lyon (France) : à L'université Claude-Bernard-Lyon I (Médecine – Pharmacie) ;2015.40P.
24. Janbon F. Brucellose. Encycl. Méd Chir, Maladies Infectieuses, 8-038-A-10 ; 2000 : 11p.
25. Bodelet V. Brucellose et grossesse. Revue de la littérature. (Thèse). Nancy (France) : Université henri poincaré, Nancy1, Faculté de médecine ;2002.81-82P.
26. José Saavedra.M, Fernandes.C, Queiroga.C. Laboratory diagnosis of brucellosis. Brucellosis in Goats and Sheep. ISBN: 978-1-53614-962-3 2019 Nova Science Publishers, Inc.p152-173.
27. Anonyme. Brucellosis: Brucella melitensis; May 2018. https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/brucellosis_melitensis.pdf.
28. Chakroun.M, Bouzouaia.N. La brucellose : une zoonose toujours d'actualité brucellosis : A Topical Zoonosis Tun Infectiol. Avril 07; Vol 1; N ° 2 ;10-2.
29. Godfroid J, Nielsen K, Saegerman C. Diagnosis of brucellosis in livestock and wildlife. Croat Med J. 2010 Aug ;51(4) :296-305. Doi: 10.3325/cmj.2010.51.296. PMID :20718082; PMCID: PMC2931434.

30. The World Organisation for Animal Health (WOAH, founded as OIE). Brucellosis (infection with *Brucella abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*). The Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals (Terrestrial Manual). Edition 2. 2022.
31. Corbel. M.J, Treatment of Brucellosis in humans. Brucellosis in humans and animals. Food and agriculture Organisation of the United Nations, World Organisation and world Organisation for animal health. 2006.36-41P. Site Disponible: <https://iris.who.int/handle/10665/43597>.
32. Blasco JM, Molina-Flores B. Control and eradication of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. See comment in PubMed Commons below Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2011; 27: 95-104.
33. Dadr M, Tiwari R, Sharun K, Dhama K. Importance of brucellosis control programs of livestock on the improvement of one health. Vet Q. 2021 Dec ;41(1) :137-151. DOI: 10.1080/01652176.2021.1894501. PMID :33618618 ; PMCID : PMC7946044.
34. Aggad. H. Etude épidémiologique de la brucellose animale et humaine en Algérie (Thèse). Oran (Algérie). Université d'Oran (Senia) faculté des sciences département de biologie 2004.
35. Boutaiba.Y, Amara.K. Enquête épidémiologique sur la brucellose caprine dans la wilaya de Laghouat et Djelfa (Mémoire). Blida (Algérie). Département des science vétérinaire, Université de Saad Dahlab.2008.
36. Lounes.N, Bouyoucef.A. Prévalence des brucelloses bovine et caprine dans la région centre d'Algérie et leur impact sur la santé publique. June 2008. Site disponible : <https://www.researchgate.net/publication/270105144>.
37. Khamassi Khbou.M, Harabech.K, Guesmi.K, Daaloul.M, Benzarti.M. La brucellose en Tunisie : épidémiologie et état des lieux .5 -ème Journée Scientifique Internationale du Laboratoire HASAQ | *Brucella* et Brucelloses : un défi toujours d'actualité. 10février2024.Alger(Algérie). P11.
38. Msibih, Slimi.B. la fréquence de la brucellose bovine et la brucellose caprine dans la wilaya de Laghouat (Mémoire). Tiaret (Algérie). Institut des sciences vétérinaires, Université Ibn Khaldoun.2011.
39. Kardjadj.M. Situation épidémiologique de la brucellose caprine dans le cheptel identifié en Algérie (1995-2009). Revue de pratique vétérinaire. March 2018.
40. Bouferkas.Y, Fellati.A. Etude rétrospective de la brucellose en Algérie (Mémoire). Blida (Algérie). Institut des sciences vétérinaire-Blida, Université Saad Dahlab-Blida1.2019.
41. Dahmani. A, Lounes.N, Bouyoucef.A, Rahal.K. Etude sur la brucellose humaine dans la daïra d'Aziz. Épidémiol. Et santé anim., 2018, 73, 137-145. Site disponible : <https://www.researchgate.net/publication/328433017>.
42. Dechicha.A.S. Gharbi. I, Baazize-Ammi.D, Kebbal.S, Hezil.N. Profil épidémiologique de la brucellose humaine en Algérie quelle place pour les professionnels. 5 -ème Journée Scientifique Internationale du Laboratoire HASAQ | *Brucella* et Brucelloses : un défi toujours d'actualité. 10février2024.Alger(Algérie). P55.

43. Abdellaoui.F. Z, Abderrahim.S. La prévalence de la brucellose dans la wilaya de Djelfa (2010 -2020) (Mémoire). Djelfa (Algérie). Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Université Ziane Achour -Djelfa.2021.

44. Akkou.M, Sadi.M, Bentayeb.L, Titouche.Y, MenoueriM.N. Séroprévalence et facteurs de risque associés à la brucellose caprine dans la wilaya de Tizi-Ouzou-Algérie.5 -ème Journée Scientifique Internationale du Laboratoire HASAQ | Brucella et Brucelloses : un défi toujours d'actualité. 10février2024.Alger(Algérie). P18.

45. Abdellaoui.L, Hamitouche.A, Mebkhout.F, Bouyada.L. Etude de la prévalence de la brucellose chez les ruminants (Bovins, Ovins et Caprins) dans la région centre d'Algérie et comparaison entre les trois méthodes de diagnostic sérologiques (EAT, ELISA-i et FC).5-ème Journée Scientifique Internationale du Laboratoire HASAQ | Brucella et Brucelloses : un défi toujours d'actualité. 10février2024.Alger(Algérie). P23.

46. SADI.M. Enquête sérologique sur la brucellose caprine dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Mémoire de magistère). Blida (Algérie). Institut des sciences vétérinaire-Blida, Université Saad Dahlab-Blida1.2015.

Annexes

Annexe A

Tableau: Différenciation des espèces de *Brucella* (8)

Espèces	<i>B. melitensis</i>	<i>B. suis</i>	<i>B. abortus</i>	<i>B. canis</i>	<i>B. neotomae</i>	<i>B. ovis</i>	<i>B. pinnipediae</i> (Provisoire)
Caractères							
Oxydase	+	+	+	+	-	-	<i>B. p/B.c</i>
Exigence en CO ₂	-	-	+ ^b	-	-	+	<i>B. p/B.c</i>
Production d'H ₂ S	-	+++ (1-6 j)	+ ^c (2-5j)	-	+	-	-
Hydrolyse de l'urée	>90min	<90min	>90min	<90min	>90min	-	+
Sérum monospécifique	+(sauf M1)	+	±	-	+	-	
-A		-	±	-	-	-	
-M	+						
Sérum monospécifique R (souche rough)	-	-	-	+	-	+	-
Sensibilité à des colorants bactériostatiques :							
-Fuschine	R	S ^a	R ^d	S/R	S	S	R
-Thionine	R	R	S	R	S	R	R
-Safranine	S	R	S	S	S	S	S
Amplification génique PCR :							
-Omp 31 et Omp25	+	+	+	+	+	+	
-PCR IS711	+	+	+	+	+	+	
Lysotypie : bactériophages							
-Tb	-	-	+	-	±	-	+ <i>B. p/B.c</i>
-Wb	-	+	+	-	+	-	

B. p : *Brucella Pinnipediae*, *B.c* : *BrucellaCeti*

^asauf biovar³ ; ^b sauf biovar 5, 6,9 ; ^c sauf biovar 5 ; ^d sauf biovar 2.

R : résistant ; S : sensible/Tb : Tbilissi ; Wb : Weybridge

Annexe B

Questionnaire adressé aux services vétérinaires de la wilaya

1. Quel est l'effectif total de caprins au niveau de la wilaya ?			
2. Quel est le mode d'élevages ?	Sédentaire	Transhumant	Mixte
3. Quel est l'effectif moyen par élevage ?			
4. Quel est l'effectif moyen des grands élevages ?			
5. Quel est l'effectif moyen des petits élevages ?			
6. Quelle est la distribution des élevages selon les communes ?			
7. La vaccination anti-brucellique est-elle appliquée dans la wilaya ?	Oui	Non	
8. Si oui, depuis quelle année ?			
9. Les campagnes de vaccination se font elles annuellement ?	Oui	Non	
10. Est-ce que les campagnes de vaccination se poursuivent jusqu'à aujourd'hui ?	Oui	Non	
11. Si non, Pourquoi			
12. Y a-t-il des élevages qui n'ont pas été vaccinés ?	Oui	Non	
13. Si oui, pourquoi ?			
14. Quel est le taux de couverture vaccinale de la population caprine au niveau de la wilaya ?			

Annexe C

Questionnaire adressé aux éleveurs caprins

1. Expérience professionnelle des éleveurs	Moins de 5 ans	Entre 5 ans et 10 ans	Entre 10 et 20 ans	Plus de 20 ans
2. Effectifs des élevages (têtes)	Moins de 10	Entre 10 et 50	Entre 50 et 100	Plus de 100
3. Localisation de la ferme			Urbaine	Rurale
4. Type de logement			Etable bâtit	Zriba
5. Hygiène de l'élevage		Très sale	Moyenne	Bonne
6. Présence d'aire d'exercice			Non	Oui
7. Présence d'autres fermes au voisinage			Non	Oui
8. Pratique du pâturage en dehors de la ferme			Non	Oui
9. Présence d'autres troupeaux caprins qui occupent le même pâturage			Non	Oui
10. Age des animaux testés				
11. Présence d'avortements durant cette année			Non	Oui
12. Présence de chevreaux mort-nés			Non	Oui
13. Présence de mortalité des chevreaux dans les 48h			Non	Oui
14. Présence d'orchites/épididymites chez les mâles			Non	Oui