

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة ابن خلدون تيارت

Université Ibn Khaldoun – Tiaret

معهد علوم البيطرة

Institut des Sciences Vétérinaires

قسم الصحة الحيوانية

Département de santé animale



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire.

Présenté par : ELHADDAD ANES

Thème

La Séroprévalence des Anticorps Anti-*Brucella spp* chez les animaux domestiques infectés naturellement dans la région de Tiaret

Soutenu le 01/07/2025

Jury :

Grade

Président : AISSET SAAD

MCA

Encadrant : GUIDOUM Khaled Azzeddine

MCA

Examineur : BENCHOHRA Mokhtar

Professeur

Année universitaire 2024-2025

Remerciements

Nous devons tout d'abord remercier ALLAH notre créateur, pour le courage et la patience qu'il nous a donnée afin de mener ce projet à terme.

Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à **Dr. Guidoume Khaled Azzedine**, mon encadreur, pour son accompagnement précieux, sa disponibilité, ses conseils éclairés et son soutien constant tout au long de ce travail. Son professionnalisme et son engagement ont grandement contribué à la réussite de ce projet.

Aux membres du jury, **Dr Aissat saad, Pr Benchohra Mokhtar** et qui nous font l'honneur d'accepter d'évaluer ce travail. Recevez nos chaleureux remerciements et soyez assurée de notre profond respect.

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui m'ont soutenu et aidé dans la réalisation de ce projet.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude en particulier à **Dr. Chahrazed Djihan Khalil** pour son accompagnement et ses conseils, ainsi qu'à mon frère **Ziad Meddah** pour son soutien constant et précieux, ainsi qu'à **Djaid Maria** pour sa précieuse aide et sa bienveillance tout au long de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail avec une profonde reconnaissance et un immense respect à ma chère mère et à mon père, pour leurs sacrifices, leur patience, leur affection et leur soutien inestimable tout au long de mon parcours.

À mon frère Salah, pour sa présence constante, ses encouragements et sa confiance.

À mes sœurs Nesrine et Hafida, pour leur tendresse, leur soutien moral et leurs prières.

À tous mes oncles, avec une pensée toute particulière pour mon cousin Abdelwahab, pour son affection et ses encouragements précieux.

Je dédie également ce travail à tous mes amis de l'université, notamment Moha Cheboub, Walid, Ahmed, Moussa et Redouan, pour les bons moments partagés, leur amitié et leur soutien.

Sans oublier Oussama, Nacer, Ismaïl, Soufiane, Charef et Mohamed, pour leur présence sincère tout au long de ce parcours.

Résumé

Les maladies infectieuses sont de plus en plus préoccupantes dans les exploitations des animaux de rente, en raison de leur impact potentiel sur la santé animale et humaine, la production de lait et de viande, la sécurité alimentaire et l'économie. Le présent mémoire visait à déterminer, au niveau de l'individu, la présence et d'évaluer les facteurs de risque à l'infection naturelle à *Brucella spp* chez les animaux de rente (bovins, ovins, caprins et équins) causant des troubles de la reproduction dans la région de Tiaret (nord-ouest de l'Algérie).

Nous avons mené une étude sérologique transversale sur les animaux de rente du nord-ouest de l'Algérie (Tiaret). Des échantillons de sang de 100 individus appartenant à 33 cheptels ont été prélevés. La présence d'anticorps dirigés contre *Brucella spp* a été évaluée par la réaction à l'antigène au Rose Bengal (antigène tamponné).

La prévalence apparente des anticorps contre *Brucella spp* était respectivement de 10.00 % (10/100 ; IC à 95% = 0.19-19,8). Alors que la prévalence réelle était de 55.32%. Un seul facteur de risque significativement associé à la séropositivité à *Brucella spp* était identifié. Seuls les animaux appartenant à un cheptel non mixte avec un élevage d'une seule espèce animale présentaient 16 fois plus de risque d'être séropositive ($P\text{-value} = 0.024$, $OR=16.66$ 95%IC 1.44-29.69).

Le manque d'études épidémiologiques et moléculaires transfrontières sur les agents pathogènes chez les animaux de rente en Afrique du Nord est préoccupant pour la santé humaine et animale ainsi que pour la conservation de la faune et des recherches supplémentaires sont justifiées.

Mots clés : Séroprévalence, Tiaret (Nord-ouest Algérie), *Brucella spp*, animaux de la ferme, facteurs de risque.

ملخص

تُشكل الأمراض المعدية مصدر قلق متزايد في مزارع الماشية نظرًا لتأثيرها المحتمل على صحة الحيوان والإنسان، وإنتاج الحليب واللحوم، والأمن الغذائي، والاقتصاد. هدفت هذه الأطروحة إلى تحديد، على المستوى الفردي، وجود وتقييم عوامل الخطر للإصابة الطبيعية بأنواع البروسيلا في الماشية (الأبقار، الأغنام، الماعز، والخيول) المسببة لاضطرابات تناسلية في منطقة تيارت (شمال غرب الجزائر).

أجرينا دراسة مصلية مقطعية على الماشية في شمال غرب الجزائر (تيارت). جُمعت عينات دم من 100 رأس من 33 قطيعًا. وقِّم وجود الأجسام المضادة لأنواع البروسيلا من خلال التفاعل مع مستضد روز البنغال (مستضد مُنظَّم).

بلغ معدل الانتشار الظاهري للأجسام المضادة لأنواع البروسيلا 10.00% (100/10؛ IC 95%: 0.19-19.8)، بينما بلغ معدل الانتشار الحقيقي 55.32%. تم تحديد عامل خطر واحد فقط مرتبط بشكل كبير بإيجابية المصل لدى أنواع البروسيلا. كانت الحيوانات التي تنتمي إلى قطيع من نوع واحد فقط أكثر عرضة للإصابة بإيجابية المصل بمقدار 16 مرة (IC 95% OR=16.66، $P\text{-value} = 0.024$). 1.44-29.69

يُشكل نقص الدراسات الوبائية والجزيئية العابرة للحدود حول مسببات الأمراض في الماشية في شمال أفريقيا مصدر قلق لصحة الإنسان والحيوان، وكذلك للحفاظ على الحياة البرية، مما يستدعي إجراء المزيد من البحوث.

الكلمات المفتاحية: الانتشار المصلي، تيارت (شمال غرب الجزائر)، البروسيلا، حيوانات المزرعة، عوامل الخطر

Abstract

Infectious diseases are of increasing concern in livestock farms due to their potential impact on animal and human health, milk and meat production, food security, and the economy. This thesis aimed to determine, at the individual level, the presence and assess the risk factors for natural *Brucella* spp. infection in livestock (cattle, sheep, goats, and horses) causing reproductive disorders in the Tiaret region (northwestern Algeria).

We conducted a cross-sectional serological study on livestock in northwestern Algeria (Tiaret). Blood samples from 100 individuals belonging to 33 herds were collected. The presence of antibodies against *Brucella* spp. was assessed by reaction to Rose Bengal antigen (buffered antigen).

The apparent prevalence of antibodies against *Brucella* spp. was 10.00% (10/100; 95% CI 0.19-19.8), while the true prevalence was 55.32%. Only one risk factor significantly associated with *Brucella* spp. seropositivity was identified. Only animals belonging to a single-species herd were 16 times more likely to be seropositive (P-value = 0.024, OR 16.66, 95% CI 1.44-29.69).

The lack of transboundary epidemiological and molecular studies on pathogens in livestock in North Africa is of concern for human and animal health and wildlife conservation, and further research is warranted

Keywords: Seroprevalence, Tiaret (Northwest Algeria), *Brucella* spp, farm animals, risk factors

Liste des abréviations

EAT : Epreuve à l'Antigène Tamponné (ou Rose Bengale)

ELISA: Enzyme-linked immunosorbent assay

FAO: Food and Agriculture Organization

FC : Fixation du complément

IC : Intervalle de confiance

IgG : Immunoglobuline G

IgM : Immunoglobuline M

LPS : Lipopolysaccharide

OIE : Organisation mondiale de la santé animale

OMS : Organisation mondiale de la santé

ONG : Organisation Non Gouvernementale.

PCR : Polymérase chaine réaction

PH : Potentiel Hydrogène

RFLP : Polymorphisme de Longueur de Fragment de Restriction

Se : Sensibilité

Sp : Spécificité

VPN : Valeur Prédictive Négative

VPP : Valeur Prédictive Positive

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	II
DÉDICACES	III
RÉSUMÉ	IV
ملخص.....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTE DES ABRÉVIATIONS	VII
TABLE DES MATIÈRES.....	VIII
LISTE DES TABLEAUX :	XIII
LISTE DE FIGURES :	XIV
INTRODUCTION	1
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	2
1.1 Impact de la brucellose	2

1.2 Impact sur la santé publique2

- 1.2.1 Impact économique2
- 1.2.2 Impact environnemental et social3

1.3 Épidémiologie3

- 1.3.1 Épidémiologie analytique.....3
 - 1.3.1.1 Sources et Modes d'infection3
 - 1.3.1.2 Facteurs de réceptivité et de sensibilité.....4
- 1.3.2 Epidémiologie synthétique4
- 1.3.3 Répartition Géographique et Épidémiologie6
- 1.3.4 Régions Endémiques7
- 1.3.5 Régions à Faible Prévalence7
- 1.3.6 Prévalence et Incidence8
- 1.3.7 Facteurs Favorisant la Transmission8
 - 1.3.7.1 Transmission horizontale8
 - 1.3.7.2 Contamination de l'environnement8
 - 1.3.7.3 Transmission verticale (mère à fœtus).....8

1.4 Agent Causal et Caractéristiques Microbiologiques10

- 1.4.1 *Brucella melitensis*10
 - 1.4.1.1 Caractéristiques morphologiques10
 - 1.4.1.2 Culture11
 - 1.4.1.3 Espèces infectées11
 - 1.4.1.4 Virulence.....11
- 1.4.2 *Brucella abortus*11
 - 1.4.2.1 Caractéristiques morphologiques11
 - 1.4.2.2 Culture11
 - 1.4.2.3 Espèces infectées12
 - 1.4.2.4 Virulence.....12
- 1.4.3 *Brucella suis*12
 - 1.4.3.1 Caractéristiques morphologiques12
 - 1.4.3.2 Culture12

1.4.3.3	Espèces infectées	12
1.4.3.4	Virulence.....	13
1.4.4	<i>Brucella canis</i>	13
1.4.4.1	Caractéristiques morphologiques	13
1.4.4.2	Culture	13
1.4.4.3	Espèces infectées	13
1.4.4.4	Virulence.....	13
1.4.5	<i>Brucella ovis</i>	14
1.4.5.1	Caractéristiques morphologiques	14
1.4.5.2	Culture	14
1.4.5.3	Espèces infectées	14
1.4.5.4	Virulence.....	14
1.4.6	<i>Brucella neotomae</i>	14
1.4.6.1	Caractéristiques morphologiques	14
1.4.6.2	Culture	14
1.4.6.3	Espèces infectées	15
1.4.6.4	Virulence.....	15

1.5 Etude clinique chez les ruminants16

1.5.1	Incubation	16
1.5.2	Formes classiques	16
1.5.3	Phase septicémique pure	16
1.5.3.1	Fièvre	16
1.5.3.2	Sueurs abondantes chez l'humain.....	16
1.5.3.3	Douleurs mobiles, mal localisées	16
1.5.4	Formes graves :	18
1.5.5	Formes mineures :	18
1.5.6	Formes inapparentes :	18
1.5.7	Cas particuliers :	18

1.6 Stratégies habituelles de détection de la brucellose et leurs

limites :18

1.6.1	Diagnostic Clinique de la Brucellose :	18
1.6.2	Diagnostic sérologique de la brucellose chez les animaux :	19
1.6.2.1	Epreuve à l'antigène tamponné (EAT) = Test Rose Bengale	20
1.6.2.2	Epreuve de l'anneau sur le lait = Ring Test :	21
1.6.2.3	Séro-agglutination de Wright	23
1.6.2.4	Fixation du Complément	24
1.6.2.5	Epreuve de l'antigène BPA (Buffered Plate Agglutination)	24
1.6.2.6	ELISA (Enzyme like Immune Sorbent Assay)	26
1.6.2.7	Fluorescence Polarisation Assay	26

1.7 Prévalence de la *brucella spp* en Algérie et en Afrique et Bassin

Méditerranéen29

1.7.1	En Algérie	29
1.7.2	En Afrique	30
1.7.3	Bassin Méditerranéen	31

PARTIE EXPÉRIMENTALE.....32

1.8 Matériels et méthodes :33

1.8.1	Zone d'étude et population ciblée	33
1.8.2	L'Institut des sciences vétérinaires de Tiaret	33
1.	Animaux	35
1.8.3	Description des cheptels visités	36
1.8.4	La récolte des échantillons	36
1.8.4.1	Prélèvements sanguins	37
1.8.5	Questionnaire	39
1.8.6	Analyse sérologique par le kit Rose de Bengale (agglutination sur lame)	40
1.8.6.1	Principe de la méthode	40

1.8.6.2	Procédure	40
1.8.6.3	Lecture et interprétation	41
1.8.6.4	Calculs.....	41
1.8.6.5	Contrôle de qualité.....	41
1.8.6.6	Valeurs de référence	41
1.8.6.7	Caractéristiques de la méthode	41
1.8.6.8	Interférences	41
1.8.6.9	Limitations.....	42
1.8.7	Statistique	Erreur ! Signet non défini.
1.9	Résultats.....	Erreur ! Signet non défini.
1.9.1	<i>Prévalence apparente</i>	Erreur ! Signet non défini.
1.9.2	<i>Prévalence réelle</i>	44
1.9.3	Séroprévalence suivant l'âge	44
1.9.4	Séroprévalence suivant la race	46
1.9.5	Séroprévalence suivant l'espèce des animaux.....	47
1.9.6	Séroprévalence suivant le sexe des animaux.....	47
1.9.7	Facteurs de risque associés à la séropositivité de <i>Brucella spp</i>	48
1.9.8	Survenue des troubles de la reproduction liés à <i>Brucella spp</i>	49
1.10	Discussion	51
1.11	Conclusion et recommandations	54
1.12	Les références bibliographiques	55
1.13	Annexes.....	58

Liste des tableaux :

Tableau 1: Différentiation des biovars des espèces du genre <i>Brucella</i> (OIE Terrestrial Manual (2008) et SCHOLZ et al. (2009).....	10
Tableau 2: Caractéristiques des différentes techniques de diagnostic sérologique [ECOLE NATIONALE VETERINAIRE TOULOUSE. – étude épidémiologique de la brucellose dans la province de l'Arkhangai (Mongolie)].	28
Tableau 3: La prévalence de brucellose en Algérie.	29
Tableau 4: La prévalence de la brucellose en Afrique	30
Tableau 5: La prévalence de la brucellose dans le bassin méditerranéen.	31
Tableau 6: Effectif d'animaux analysés selon l'âge, le sexe et la race.....	35
Tableau 7: Questionnaire utilisé pour la récolte des informations relatives aux animaux.....	39
Tableau 8: Effectif et pourcentage des animaux séropositifs.	43
Tableau 9: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon l'âge.	45
Tableau 10: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon l'espèce.	47
Tableau 11 : Effectif et pourcentage des animaux positifs selon le modèle de l'élevage (mêlé ou non).....	49
Tableau 12: Survenue de troubles de la reproduction liés à <i>Brucella</i> spp	49

Liste de figures :

Figure 1: Incidence de la brucellose dans le monde. (Antonio Cascio,2008).	6
Figure 2: Modes de transmission de la brucellose (Moreno. E., 2014)	9
Figure 3: Coloration de Gram de <i>Brucella</i> (coccobacilles à Gram négatif) (BRUCELLA, s. d.)	10
Figure 4: orchite chez un bélier. (Bergerie sanitaire Tiaret 08/03/2025).....	17
Figure 5 : résultat de test rose Bengale. (BRUCELLA, s. d.).....	20
Figure 6: résultat de ring test (Vn et al., 2016)	23
Figure 7 : Carte représentative des zones d'échantillonnage dans la province de Tiaret (nord-ouest de l'Algérie).	33
Figure 8: Image satellite descriptive de l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret (Source : Google Maps.)	34
Figure 9:Prelevement sanguin au niveau de la veine jugulaire.	37
Figure 10: Représentation des animaux séropositifs selon l'âge.	45
Figure 11: Représentation des animaux positifs selon la race.	46
Figure 12: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon le sexe.....	48
Figure 13 : Effectif et pourcentage des animaux séropositifs et associés à l'apparition des endométrites	50

Introduction

La brucellose est une zoonose bactérienne d'importance mondiale, causée par des bactéries du genre *Brucella*, touchant aussi bien les animaux rente que l'être humain. Cette maladie constitue un problème de santé publique majeur dans plusieurs régions du globe, en particulier dans les pays en voie de développement et dans les zones à forte activité d'élevage. Chez les animaux, notamment les ruminants, elle est responsable de troubles reproductifs tels que les avortements, la stérilité et la baisse de productivité, engendrant ainsi d'importantes pertes économiques.

En Algérie, la brucellose animale reste endémique malgré les campagnes de lutte engagées au niveau national. La région de Tiaret, située dans un contexte agro-pastoral favorable à l'élevage extensif, constitue une zone à risque pour la circulation de cette infection. L'identification des zones à forte prévalence est donc essentielle pour mettre en place des stratégies efficaces de surveillance et de prévention.

Dans ce contexte, le présent mémoire s'inscrit dans une double approche. Une première partie bibliographique est consacrée à la présentation générale de la brucellose, de ses agents étiologiques, des mécanismes de transmission, ainsi que des méthodes diagnostiques disponibles, avec un accent particulier sur le test sérologique de Rose Bengale. La seconde partie est expérimentale : elle décrit une enquête sérologique réalisée sur un échantillon de 100 animaux prélevés dans la région de Tiaret. Ces échantillons ont été analysés à l'aide du test de Rose Bengale, permettant d'estimer la séroprévalence de *Brucella spp.* dans la zone d'étude.

Les résultats obtenus sont discutés à la lumière des données bibliographiques, en vue de mieux comprendre la dynamique de l'infection dans la région et de proposer des recommandations pratiques pour le contrôle de la maladie

Etude

bibliographique

Etude bibliographique

1.1 Impact de la brucellose

1.2 Impact sur la santé publique

La brucellose est une zoonose majeure qui se transmet principalement des animaux infectés à l'homme. Les modes de transmission incluent le contact direct avec des animaux contaminés, l'inhalation de particules infectieuses, ou encore la consommation de produits laitiers non pasteurisés (Corbel, 2006 ; Maurin & Raoult, 1999). Les personnes les plus exposées sont celles travaillant dans les secteurs agricoles, vétérinaires, ou dans la transformation du lait cru (OIE, 2021).

1.2.1 Impact économique

La brucellose représente une charge économique significative en raison de ses effets directs et indirects sur l'élevage et la santé publique.

Perte de production animale : L'infection provoque des avortements répétés, une baisse de la fertilité et une réduction de la production laitière, entraînant des pertes économiques substantielles pour les éleveurs (Corbel, 2006 ; OIE, 2021).

Coûts des mesures de contrôle : La mise en œuvre de programmes de surveillance, de vaccination et d'élimination des animaux infectés nécessite des investissements considérables, tant pour les éleveurs que pour les autorités sanitaires (Godfroid et al., 2005).

Restrictions commerciales : Dans les régions où la maladie est endémique, les restrictions imposées sur l'exportation de produits d'origine animale, comme la viande et les produits laitiers, nuisent à la compétitivité des producteurs sur le marché international (OIE, 2021).

bibliographique

1.2.2 Impact environnemental et social

Les répercussions de la brucellose touchent particulièrement les communautés rurales, dont l'économie repose en grande partie sur l'élevage.

Conséquences sociales : La baisse des revenus liée aux pertes de bétail et aux coûts engendrés par les mesures de contrôle peut fragiliser les petits exploitants agricoles. Ces difficultés économiques aggravent souvent les conditions de vie déjà précaires des populations rurales (Godfroid et al., 2005).

Tensions et stigmates : Dans certaines régions, l'impact de la maladie sur la santé humaine et animale peut entraîner des méfiances vis-à-vis des mesures sanitaires, voire des tensions sociales liées aux stigmates des infections animales récurrentes (Godfroid et al., 2005).

1.3 Épidémiologie

1.3.1 Épidémiologie analytique

1.3.1.1 Sources et Modes d'infection

Les animaux infectés par la bactérie *Brucella*, même ceux qui ne montrent aucun symptôme, restent contagieux toute leur vie. Leurs fluides corporels, comme le liquide utérin, les sécrétions vaginales, l'urine, le colostrum (le premier lait maternel), le lait et même le sperme, peuvent transmettre la maladie.

La contamination peut se faire de plusieurs façons : par la peau, les yeux, la respiration, l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, ou encore par contact sexuel. Que ce soit chez les animaux ou chez les humains, la maladie peut se transmettre **de la mère à l'enfant** pendant la grossesse ou l'accouchement, ou **entre individus** par contact direct avec une personne ou un animal infecté, ou encore par des objets, des environnements souillés ou des produits contaminés (comme le lait ou la viande).

bibliographique

1.3.1.2 Facteurs de réceptivité et de sensibilité

Chaque espèce de *Brucella* semble avoir une préférence pour un hôte animal spécifique, mais cette spécificité n'est pas absolue. Par exemple, certaines espèces animales peuvent être infectées par des types de *Brucella* qui ne leur sont pas normalement associés. C'est le cas de la chèvre, qui résiste généralement à l'infection par *B. abortus*, alors que les bovins et les ovins sont des hôtes préférentiels pour cette bactérie. De même, les ovins sont souvent infectés par *B. ovis*.

La gestation joue un rôle clé dans la sensibilité à l'infection. Cependant, il existe des différences notables entre les sexes. Par exemple, la brebis montre rarement des symptômes d'infection à *B. ovis*, tandis que le bélier présente des symptômes dans 50 % des cas.

En ce qui concerne les jeunes animaux, ils restent souvent des porteurs asymptomatiques (latents) de la maladie. Celle-ci ne se manifeste généralement qu'après la puberté, et une fois infectés, ils le restent toute leur vie (Saegerman, 2005).

1.3.2 Epidémiologie synthétique

Les causes les plus fréquentes de contamination d'un cheptel sont l'introduction d'un animal infecté (même sans symptômes apparents) et les contaminations provenant de troupeaux voisins. Une fois que la maladie est introduite dans une exploitation, elle se propage rapidement et peut toucher l'ensemble du cheptel, en particulier les femelles ayant atteint la maturité sexuelle.

La maladie peut se répandre à d'autres troupeaux à l'échelle nationale de deux manières :

- Sous forme ****épizootique****, avec des avortements en série et une propagation rapide.
- Sous forme ****enzootique****, avec une progression plus lente et continue.

Etude

bibliographique

Un autre facteur de résurgence de la maladie dans les cheptels assainis est la conservation de jeunes femelles nées de mères infectées. Ces animaux, bien qu'apparemment sains, peuvent être porteurs de la bactérie et relancer l'infection.

Enfin, la brucellose est plus fréquente en milieu rural qu'en milieu urbain, en raison des contacts plus étroits entre les animaux et des pratiques d'élevage (Harouna, 2008).

bibliographique

1.3.3 Répartition Géographique et Épidémiologie

La répartition géographique de la brucellose est inégale et étroitement liée aux pratiques vétérinaires, aux infrastructures sanitaires et aux habitudes alimentaires des populations.

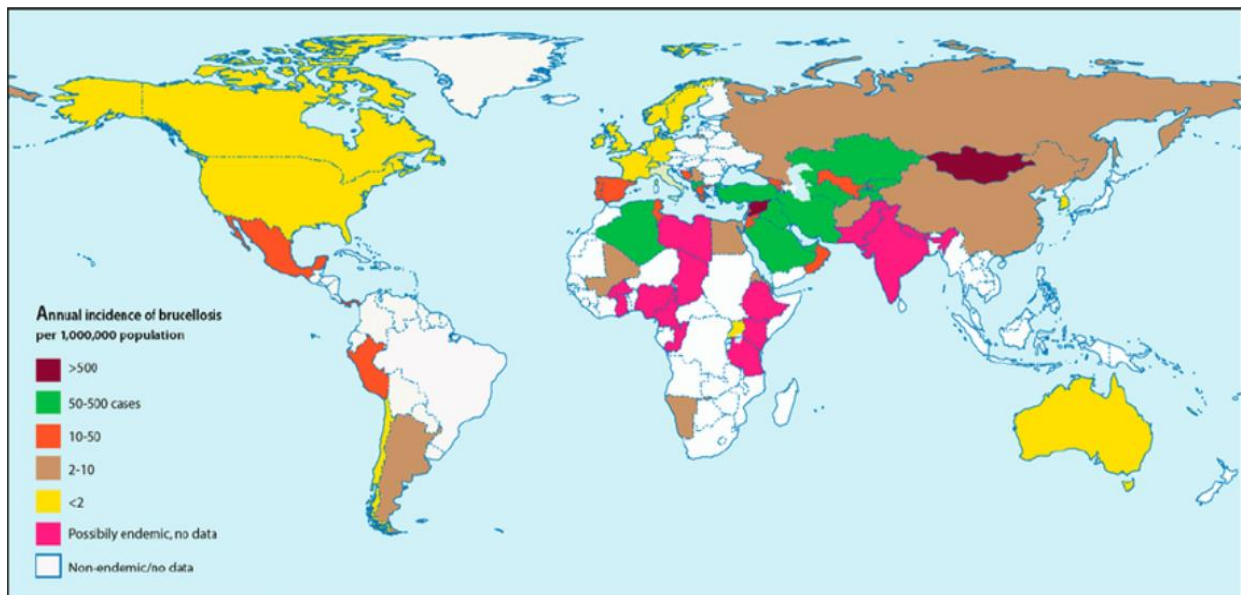


Figure 1: Incidence de la brucellose dans le monde. (Antonio Cascio,2008).

bibliographique

1.3.4 Régions Endémiques

Afrique : La brucellose est hautement prévalence en Afrique du Nord et subsaharienne. Elle est associée à des systèmes d'élevage extensifs, au commerce transfrontalier du bétail et à la consommation de produits laitiers non pasteurisés (FAO, 2019).

Bassin méditerranéen : La prévalence est particulièrement élevée dans les pays du Maghreb, du Moyen-Orient et des Balkans, où plusieurs facteurs structurels compliquent les efforts de lutte : pratiques d'élevages traditionnels, mouvement non contrôlé des animaux, surveillance vétérinaire irrégulière, et couverture vaccinale insuffisante (FAO, 2003). Ces conditions favorisent la persistance de la maladie dans les troupeaux, malgré les campagnes de contrôle.

À l'inverse, les pays du nord du bassin méditerranéen tels que la France, l'Italie et l'Espagne ont réussi à réduire la prévalence animale grâce à la mise en œuvre de programmes sanitaires rigoureux, comprenant la vaccination, l'abattage des animaux positifs, la traçabilité du bétail, et des mesures de biosécurité renforcées (OIE, 2021 ; WHO, 2006)

Asie : La prévalence reste élevée au Moyen-Orient, en Asie centrale et dans le sous-continent indien, où le contact étroit entre les animaux et les humains favorise la transmission (WHO, 2021).

Amérique Latine : Présente dans les zones rurales du Mexique, d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud, notamment dans les exploitations caprines où les produits laitiers artisanaux non pasteurisés sont largement consommés (Smith & Brown, 2020).

Europe du Sud-Est : La maladie persiste dans les Balkans, la Turquie et certaines régions méditerranéennes où les programmes de contrôle sont insuffisants (OIE, 2020).

1.3.5 Régions à Faible Prévalence

Dans les pays industrialisés, notamment en Amérique du Nord, en Europe occidentale et en Australie, la brucellose a été pratiquement éradiquée grâce à des programmes rigoureux de

bibliographique

contrôle sanitaire, incluant la vaccination des animaux, l'abattage des individus infectés et la pasteurisation systématique du lait (FAO, 2019).

1.3.6 Prévalence et Incidence

Chez les animaux, la brucellose est particulièrement fréquente dans les populations de bovins (*Brucella abortus*), de caprins et d'ovins (*Brucella melitensis*), ainsi que de porcs (*Brucella suis*) (OIE, 2020). Les espèces sauvages, telles que les cerfs et les bisons, servent de réservoirs naturels pour la maladie et peuvent maintenir la présence de la bactérie dans l'environnement, favorisant ainsi la réinfection des animaux domestiques (Smith & Brown, 2020). Les infections dans ces réservoirs peuvent aussi rendre difficile l'éradication de la brucellose dans les zones endémiques.

1.3.7 Facteurs Favorisant la Transmission

Chez les animaux, la transmission de la brucellose se fait principalement par :

1.3.7.1 Transmission horizontale

Par contact direct avec des sécrétions animales infectées, notamment via les muqueuses, les plaies ouvertes ou lors des rapports sexuels.

1.3.7.2 Contamination de l'environnement

Les fluides corporels d'animaux infectés peuvent polluer l'environnement, notamment l'eau et le fourrage, servant ainsi de vecteurs pour la transmission.

1.3.7.3 Transmission verticale (mère à fœtus)

La brucellose peut également être transmise in utero, expliquant les avortements massifs observés dans les troupeaux infectés (OIE, 2020).

bibliographique

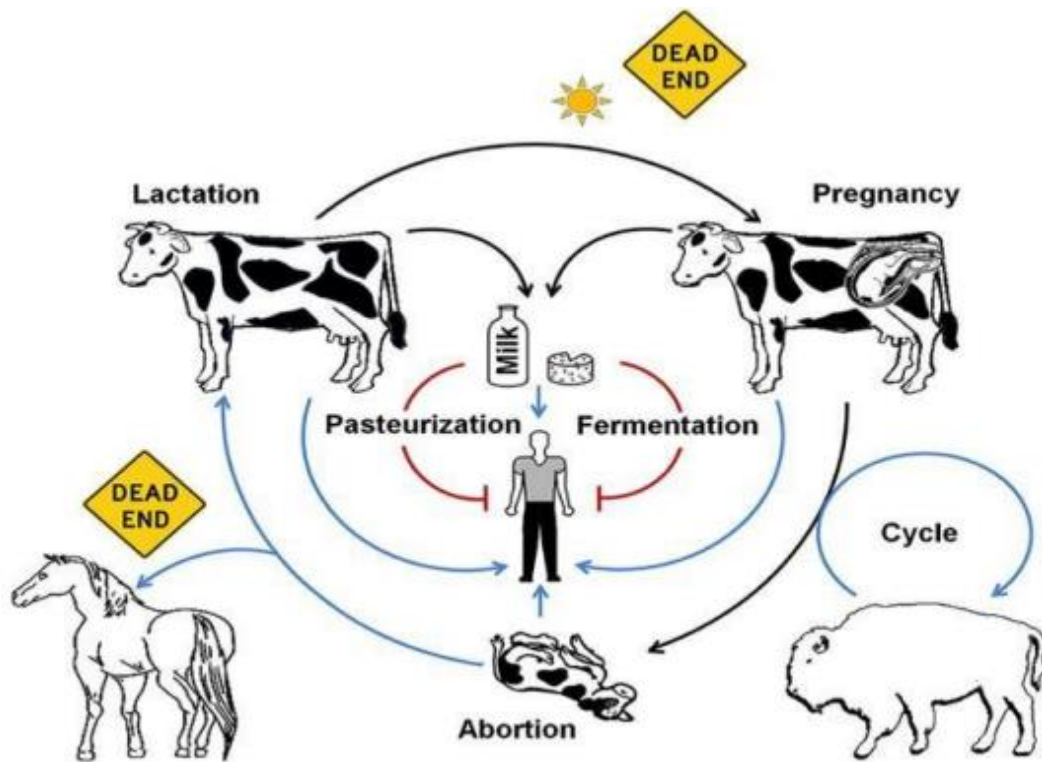


Figure 2: Modes de transmission de la brucellose (Moreno. E., 2014)

1.4 Agent Causal et Caractéristiques Microbiologiques

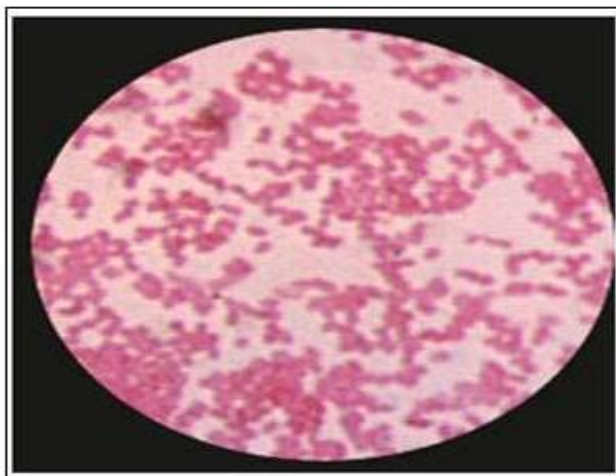


Figure 3: Coloration de Gram de *Brucella* (coccobacilles à Gram négatif)
(BRUCELLA, s. d.)

Tableau 1: Différentiation des biovars des espèces du genre *Brucella* (OIE
Terrestrial Manual (2008) et SCHOLZ et al. (2009))

Espèce	Biovar	Culture CO ₂	Production H ₂ S	Uréase	Croissance		Agglutina tion	
					Thionine	Fushine	A	M
<i>B.melitensis</i>	1à 3	-	-	+	+	+	-	+
<i>B.abortus</i>	1à 9	+	+	+	-	+	+	-
<i>B.suis</i>	1à 5	-	++	+	+	-	+	-
<i>B.neotomae</i>		-	+	+	-	-	+	-
<i>B.ovis</i>		+	-	+	+	-	-	-
<i>B.canis</i>		-	-	+	+	-	-	-
<i>B.ceti</i>		-	-	+	+	+	+	-
<i>B.pinnipedialis</i>		+	-	+	+	+	+	-
<i>B. microti</i>		-	-	+	+	+	-	+

1.4.1 *Brucella melitensis*

1.4.1.1 Caractéristiques morphologiques

B. melitensis est une bactérie Gram-négative, cocci-rocelle (en forme de petites cocci ou de bacilles légèrement arrondis), non sporulée et non capsulée. Elle mesure généralement entre 0,6 à 1,5 µm de longueur. En culture, elle pousse lentement, généralement sur des milieux

solides comme l'agar au sang, formant des colonies de forme irrégulière et de couleur blanche à grisâtre.

1.4.1.2 Culture

Elle nécessite un environnement riche en CO₂ (environ 5 à 10 %) et est souvent cultivée à des températures modérées, entre 37 et 40 °C. (WHO, 2018 ; ANSES, 2018).

1.4.1.3 Espèces infectées

Cette souche infecte principalement les caprins et les ovins, mais peut également affecter les humains, qui sont particulièrement sensibles à cette souche. Elle est responsable de la brucellose humaine la plus grave.

1.4.1.4 Virulence

B. melitensis est l'une des souches les plus virulentes du genre *Brucella*. Elle peut traverser les barrières cellulaires et persister dans les cellules phagocytaires (macrophages), ce qui lui permet de se propager dans tout le corps, provoquant des formes graves de la maladie chez l'humain, comme des infections osseuses, neurologiques et cardiovasculaires. Elle possède des facteurs de virulence, comme des protéines de surface et des mécanismes d'évasion immunitaire. La séroconversion humaine est plus rapide et plus marquée pour *B. melitensis* que pour les autres souches (WHO, 2018; McGiven et al., 2020).

1.4.2 *Brucella abortus*

1.4.2.1 Caractéristiques morphologiques

Comme *B. melitensis*, *B. abortus* est une bactérie Gram-négative, en forme de bacille. Elle peut également apparaître sous forme de coccobacilles, non mobiles, non sporulés et sans capsule. Les colonies en culture sont petites, rondes et de couleur blanche, souvent légèrement transparentes.

1.4.2.2 Culture

Elle pousse lentement sur des milieux solides tels que l'agar au sang, mais sa croissance est plus rapide à des températures de 37 °C. Elle peut également nécessiter un environnement enrichi en CO₂. (CFSHP, 2018.)

1.4.2.3 Espèces infectées

Principalement infecte les bovins, bien que l'infection chez l'homme soit également possible, généralement par contact avec des produits animaux contaminés. La brucellose bovine entraîne principalement des avortements.

1.4.2.4 Virulence

B. abortus est moins virulente que *B. melitensis* chez l'humain, mais elle peut provoquer des symptômes similaires, notamment la fièvre et la fatigue. Chez les animaux, elle est responsable d'avortements massifs, en particulier dans les élevages bovins. La virulence de cette souche est également modifiée par sa capacité à résister aux mécanismes de défense immunitaire des hôtes, notamment la capacité de survivre et de se multiplier dans les macrophages (CFSHP, 2018 ; McGiven et al., 2020).

1.4.3 *Brucella suis*

1.4.3.1 Caractéristiques morphologiques

B. suis est également une bactérie Gram-négative, en forme de bacille légèrement incurvé ou coccobacille. Elle présente une morphologie similaire à celle de *B. melitensis* et *B. abortus* mais est plus résistante aux conditions environnementales, notamment aux antibiotiques et à des températures plus basses. Les colonies sont petites, irrégulières, et leur couleur varie du blanc au gris.

1.4.3.2 Culture

Elle pousse lentement, mais ses colonies sont plus résistantes et peuvent croître dans des conditions moins idéales. (CFSHP, 2018.)

1.4.3.3 Espèces infectées

Affecte principalement les porcs, mais peut également toucher les humains, notamment les travailleurs dans les industries porcine. Chez l'humain, *B. suis* est souvent associée à des formes graves de brucellose.

1.4.3.4 Virulence

B. suis est également très virulente, notamment en raison de sa capacité à provoquer des infections persistantes et récurrentes. Elle est souvent associée à des complications, comme des infections osseuses et des troubles neurologiques chez les humains. Chez les porcs, cette souche provoque des avortements et des problèmes de fertilité. Sa résistance aux traitements antimicrobiens est également un facteur clé de sa virulence (CFSHP, 2018; McGiven et al., 2020).

1.4.4 *Brucella canis*

1.4.4.1 Caractéristiques morphologiques

B. canis est une bactérie Gram-négative, en forme de bacille ou de coccobacille. Elle est caractérisée par une petite taille (0,6 à 1,0 µm) et forme des colonies petites et de couleur grisâtre sur des milieux enrichis. Elle peut parfois présenter une forme plus allongée.

1.4.4.2 Culture

Elle se cultive de manière plus difficile que les autres souches, nécessitant des conditions spécifiques en termes de CO₂ et de température pour croître efficacement. (ANSES, 2018.)

1.4.4.3 Espèces infectées

Principalement les chiens, mais aussi les humains dans des cas rares, généralement après un contact direct avec des chiens infectés.

1.4.4.4 Virulence

Bien que *B. canis* soit généralement moins virulente que *B. melitensis* ou *B. suis*, elle est responsable de troubles de la fertilité chez les chiens, notamment des avortements et des problèmes de reproduction. L'infection humaine par cette souche est plus rare et souvent moins grave, bien que des formes chroniques puissent se développer si elle n'est pas correctement traitée. *B. canis* a tendance à persister dans l'organisme hôte plus longtemps que certaines autres souches (CFSHP, 2018 ; McGiven et al, 2020).

1.4.5 *Brucella ovis*

1.4.5.1 Caractéristiques morphologiques

B. ovis présente des caractéristiques similaires à celles de *B. melitensis* et *B. abortus*, mais elle peut parfois apparaître sous forme de bâtonnets allongés. Les colonies sont petites, et leur aspect peut être légèrement plus irrégulier.

1.4.5.2 Culture

La croissance est plus lente sur les milieux solides et nécessite également un environnement riche en CO₂.

1.4.5.3 Espèces infectées

Cette souche affecte principalement les ovins, en particulier les béliers, et cause des troubles de la fertilité, tels que l'infertilité et les avortements.

1.4.5.4 Virulence

B. ovis est moins virulente que les autres souches de brucellose chez l'homme, mais elle est particulièrement virulente chez les ovins. Elle est responsable d'une épidémie de brucellose ovine dans certaines régions. En termes de pathogénicité, *B. ovis* est plus limitée, se concentrant principalement sur les infections des organes reproducteurs (CFSHP, 2018).

1.4.6 *Brucella neotomae*

1.4.6.1 Caractéristiques morphologiques

B. neotomae est une bactérie Gram-négative de forme coccobacillaire, Elle est non capsulée et non motile. Les colonies sont petites, de couleur grisâtre, et peuvent être irrégulières.

1.4.6.2 Culture

Cette espèce pousse lentement, nécessitant un environnement riche en CO₂ et des températures modérées. (Scholz et al, 2008 ; Al Dahouk et al., 2013.)

1.4.6.3 Espèces infectées

En général, cette souche est rarement impliquée dans des infections humaines, mais elle affecte principalement les rongeurs et certains mammifères sauvages.

1.4.6.4 Virulence

Bien que moins étudiée, cette souche présente une virulence modérée, principalement en raison de sa capacité à infecter des animaux sauvages. Elle est capable de provoquer une brucellose chez les rongeurs, mais son impact sur les humains est limité et peu documenté. Elle reste cependant un facteur important dans les épidémies de brucellose dans les populations animales sauvages (CFSHP, 2018)

1.5 Etude clinique chez les ruminants

1.5.1 Incubation

8 jours à 3 semaines ; elle correspond à la phase de multiplication de *Brucella* dans les ganglions de la porte d'entrée.

1.5.2 Formes classiques

Fréquentes lors d'infection par *B. melitensis*.

1.5.3 Phase septicémique pure

(Correspond à une dissémination hémotogène des *Brucella* vers les organes riches en tissus du système réticuloendothélial et notamment la rate, les ganglions et le foie). Elle réalise la triade classique mais inconstante de « fièvre ondulante sudorale ».

1.5.3.1 Fièvre

Constituée d'ondes fébriles successives d'une quinzaine de jours séparées par des périodes apyrétiques ou subfébriles de quelques jours, s'échelonnant sur deux ou trois mois ; peut aussi prendre une allure « en plateau », intermittente, rémittente ou récurrente.

1.5.3.2 Sueurs abondantes chez l'humain

D'odeur forte (odeur de « paille pourrie »), sans frissons et surtout nocturnes.

1.5.3.3 Douleurs mobiles, mal localisées

Myalgies, arthralgies (le plus souvent vertébrales : lumbago aigu fébrile, ou sacroiliaque : sciatique, parfois poly-arthralgie mobile et fugace...), douleurs osseuses. A ces signes généraux et fonctionnels s'ajoutent une splénomégalie modérée, des adénopathies (souvent localisées au territoire de la porte d'entrée cutané-muqueuse) et une hépatomégalie discrète. Les fonctions digestives restent habituellement normales (appétit conservé) et l'état général est souvent satisfaisant.

1.5.3.3.1 LOCALISATION VISCERALE

(brucellose subaiguë ou localisée) :

correspond à l'expression clinique des « granulomes brucelliques de Bang » consécutifs à la persistance des *Brucella* dans certains tissus.

Elle peut succéder à une brucellose aiguë méconnue ou insuffisamment traitée ou, parfois, être cliniquement primitive. Elle peut avoir un retentissement fébrile mais prend souvent l'aspect d'une maladie focale où n'importe quel viscère peut être touché :

- **Orchi-épididymite brucellique** : en général non suppurée, unilatérale, douloureuse, avec œdème du scrotum ; évolue en une dizaine de jours pour guérir sans séquelle.



Figure 4: Orchite chez un bélier. (Bergerie sanitaire Tiaret 08/03/2025).

1.5.3.3.2 • Localisation ostéo-articulaire

Genou (hydarthrose inflammatoire), hanche (coxite mélitococcique), articulation sacroiliaque (sacro-iléite), vertèbres (spondylite), parfois polyarthrite, périarthrite (scapulo-humorale).

1.5.3.3 • localisation nerveuse :

Méningite à liquide clair, névrite, myélite mélitococcique, encéphalite.

• localisation pleuropulmonaire ; hépatite brucellique ; néphrite ; endocardite ; « eczéma des vétérinaires » (siégeant électivement aux mains et aux avant-bras, traduit une allergie particulière aux *Brucella*), etc..

1.5.4 Formes graves :

Brucellose aiguë pseudo-typhoïdique ou typhose mélitococcique ; brucellose suraiguë (due à une contamination massive) ; brucellose polyviscérale maligne avec troubles cardiaques (endocardite, myocardite), hépatiques (tableau d'hépatite nécrotique aiguë), rénaux ou pulmonaires. Diagnostic fondé sur l'hémoculture et la sérologie.

1.5.5 Formes mineures :

Les plus fréquentes, surtout lors d'infection par *B. abortus*. Etat pseudo-grippal transitoire ; formes atténuées avec état sub-fébrile irrégulier ; formes à localisation viscérale (hyperthermie, splénomégalie).

1.5.6 Formes inapparentes :

Présence d'anticorps sans symptômes généraux, fonctionnels ou locaux (pas de splénomégalie, pas d'adénopathie).

1.5.7 Cas particuliers :

Inoculation accidentelle de vaccin vivant B19 ou REV1 peut entraîner une brucellose clinique.

Inoculation accidentelle de vaccin inactivé et adjuvé type H38 ou 45/20 ; peut déterminer, au point d'injection, un « phénomène de Koch » expérimental évoluant vers une nécrose tissulaire grave et prolongée par l'adjuvant. (Zoonoses/Sept. 2008).

1.6 Stratégies habituelles de détection de la brucellose et leurs limites :

1.6.1 Diagnostic Clinique de la Brucellose :

Le diagnostic clinique de la brucellose chez les animaux peut être complexe en raison de la nature non spécifique des symptômes. Les principaux signes incluent :

Avortements spontanés : Surtout chez les femelles dans les derniers stades de la grossesse, un signe révélateur de l'infection dans les troupeaux.

Troubles reproductifs : Les mâles peuvent développer des inflammations des testicules (orchite) et des épидидymes (épидидymite), entraînant une baisse de la fertilité (Smith & Brown, 2020).

Arthrite et bursite : Inflammation des articulations et des sacs articulaires, souvent associée à une perte de poids et à une fièvre intermittente.

Ces signes cliniques étant communs à d'autres pathologies, un diagnostic définitif nécessite la confirmation par des tests sérologiques, microbiologiques et moléculaires (OIE, 2020).

1.6.2 Diagnostic sérologique de la brucellose chez les animaux :

Le diagnostic et le dépistage sérologiques sont très utilisés, sur sérum ou lait.

Les anticorps détectés sont ceux dirigés contre les epitopes du LPS, ce qui entraîne des problèmes de parenté entre *Brucella abortus* et d'autres bactéries.

En effet, lorsque la prévalence est faible, la valeur prédictive de ces tests diminue car beaucoup de faux positifs apparaissent, notamment à cause d'une réaction croisée avec *Yersinia enterocolitica*.

De plus, l'intensité et la durée de la réponse humorale sont très variables en fonction des individus et des doses infectieuses, avec aussi des variations qualitatives.

La période la plus efficace pour réaliser ce test chez les petits ruminants est le post-agnelage, puisque les titres en anticorps sont alors très élevés.

Mais aucun de ces tests ne détecte tous les animaux infectés.

La réalisation de ces tests doit suivre les standards internationaux définis par l'Office International des Epizooties, et les réactifs utilisés doivent avoir été produits en respectant les standards décrits.

Ainsi, pour la production d'antigènes de diagnostic, seules les souches S99 (Weybridge) ou 1119-3 de *Brucella abortus* peuvent être utilisées.

Ces souches doivent être complètement « smooth » et ne doivent pas agglutiner en milieu salin.

Elles doivent provenir de cultures pures et se montrer conformes aux caractéristiques de *Brucella abortus* biovar1 d'indépendance vis-à-vis du CO₂. (Pierre-Charles, et al. 2003, ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.1 Epreuve à l'antigène tamponné (EAT) = Test Rose Bengale

L'antigène utilisé est une suspension de *Brucella abortus* (souche 99 de Weybridge) inactivée par la chaleur et le phénol (0,5%), diluée en tampon acide puis colorée par le Rose Bengale.

Il doit être conservé entre 2 et 8°C, à l'obscurité, et ne doit surtout pas être congelé. Selon les normes de l'Office International des Epizooties, l'antigène pour le test au Rose Bengale est préparé en récupérant par centrifugation des souches 99 de *Brucella abortus* tuées, et en les remettant en suspension dans du phénol salin.

Pour chaque 35 mL de cette suspension, on rajoute 1 mL de Rose Bengale à 1 % dans de l'eau distillée ; et le mélange est agité pendant deux heures à température ambiante.

Le mélange est ensuite filtré et centrifugé pour recueillir les cellules colorées, remises en suspension au taux de 1g de cellules pour 7 mL de diluant (hydroxyde sodique, phénol, acide lactique).

La couleur de cette suspension doit être rose intense, et le surnageant doit être sans colorant.

La suspension est de nouveau filtrée à plusieurs reprises, puis conservée à l'obscurité et au frais.

Ce test permet le diagnostic sérologique des brucelloses (*melitensis*, *suis*, *abortus*) sur lame, en milieu acide tamponné (pH 3,65 ±0,05).

Le tampon acide permet d'augmenter la spécificité car l'activité agglutinante des immunoglobulines G augmente en pH.

C'est une des méthodes les plus faciles à mettre en œuvre et la plus largement utilisée pour la mise en évidence des anticorps brucelliques dans les sérums.

L'antigène et le sérum à analyser sont mélangés à volumes égaux, et après 4 minutes de contact, la présence d'anticorps se traduit par la formation d'agglutinants visibles à l'œil nu.

S'il n'y a pas d'anticorps spécifiques, le mélange reste homogène.



Figure 5 : Résultat de test rose Bengale. (BRUCELLA, s. d.)

Le mode opératoire est le suivant :

- Placer l'antigène et les sérums à température ambiante (18-23°C), 30 à 60 minutes avant le début du test
- Sur une plaque, déposer 30 µL de chacun des sérums à tester
- Agiter doucement le flacon d'antigène - Déposer 30 µL d'antigène coloré à côté de chacun des sérums
- Mélanger soigneusement l'antigène et le sérum
- Agiter la plaque pendant quatre minutes exactement et lire immédiatement

Il est préférable d'avoir un témoin positif (sérum infecté) et un témoin négatif. Pour l'interprétation, une absence d'agglutination signifie qu'il n'y a pas d'anticorps dans le sérum, tandis que l'existence d'une agglutination, aussi minime soit-elle, signale la présence d'anticorps anti-Brucella.

Ce test est très sensible, en particulier chez les animaux vaccinés.

En effet, le vaccin peut provoquer une forte réponse en anticorps, et interférer alors avec les tests sérologiques.

Des faux négatifs peuvent apparaître, et seront détectés en renouvelant le test à au moins trois mois d'intervalle.

Simple et rapide, ce test est donc surtout utilisé en dépistage.

Une fixation du complément ou une ELISA sont ensuite nécessaires pour confirmer les positifs ou douteux.

Pour les petits ruminants, c'est le test le plus utilisé en dépistage, avec une sensibilité de 90 % et une détection des anticorps plus précoce que pour la fixation du complément.

Cependant, la sensibilité de ce test peut beaucoup varier en fonction de la situation épidémiologique de la maladie. (Pierre-Charles, et al. 2003 , ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.2 Epreuve de l'anneau sur le lait = Ring Test :

C'est une réaction d'agglutination qualitative obtenue par interaction des anticorps contenus dans le lait 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.

L'antigène utilisé est une suspension de *Brucella abortus* (souche 99 de Weybridge) inactivée par la chaleur et le phénol (0,5%), et colorée à l'hématoxyline.

Il doit être conservé entre 2 et 8°C, sans être congelé.

Selon les normes de l'Office International des Epizooties, la production de cet antigène se fait à partir d'une suspension de souches 99 de *Brucella abortus* tuées, centrifugée puis remise en suspension dans une solution d'hématoxyline colorant. Après avoir reposé 30 minutes à température ambiante, le mélange violet est additionné de 940 mL de sulfate d'ammonium aluminium à 10%.

La solution doit être gardée à température ambiante pendant 45-90 jours.

Avant utilisation, la solution est mélangée et filtrée.

La solution finale a une concentration de un gramme de cellules pour 30 mL de colorant et est conservée 48h à température ambiante.

Elle est ensuite re-centrifugée et lavée trois fois, pour avoir un pH de 3.0.

Les bactéries sont finalement remises en suspension au taux de 1 gramme pour 27 mL de diluant (phénol, acide citrique, hydrogène phosphate disodique), et filtrées une dernière fois.

Permettant la mise en évidence des anticorps brucelliques dans le lait, cette technique est très simple et bien adaptée à la surveillance épidémiologique des cheptels laitiers.

Le mode opératoire est le suivant :

- Placer l'antigène une heure à température ambiante (18-23°C) avant le début des tests
- Agiter avec soin l'antigène au moment de l'emploi
- Homogénéiser les laits à tester par agitation (après les avoir conservés au moins 24h à +4°C), puis les répartir en tubes de 1 mL (il faut du lait non dilué pour analyser du lait de mélange, et du lait dilué de 1/1 à 1/16 dans un lait négatif pour analyser du lait individuel).

La taille de la colonne de lait dans le tube doit être d'au moins 25 mm.

Les échantillons de lait ne doivent pas avoir été congelés, chauffés ou violemment remués.

- Ajouter 50 µL d'antigène
- Mélanger soigneusement
- Incuber une heure à l'étuve à 37°C, puis 18 à 20h entre +2 et +8°C
- Effectuer la lecture (une incubation de toute une nuit à 4°C augmente la sensibilité du test et permet une lecture plus facile)

Il est préférable d'avoir comme témoins un lait positifs et un lait négatif.

Pour l'interprétation, si l'anneau de crème est moins coloré que le lait sous-jacent, cela signifie qu'il n'y a pas d'anticorps, tandis que si l'anneau de crème est plus ou autant coloré que le lait sous-jacent, des anticorps doivent être présents.

Une réaction fortement positive est indiquée par la formation d'un anneau bleu/violet au-dessus d'une colonne de lait, mais tout dépôt bleu à l'interface entre le lait et la crème doit être considéré comme positif car il peut être révélateur, surtout dans les gros troupeaux.

Un lait individuel est considéré comme positif à partir de la dilution au 1/8.

Ce test est très sensible, mais des faux positifs peuvent apparaître chez les animaux récemment vaccinés (moins de 4 mois post-vaccin) ou dans des échantillons contenant du lait anormal (colostrum ou lait de mammite).

Quand ce test est positif, il est nécessaire de tester individuellement tous les animaux pour détecter et pouvoir éliminer les malades.

Il peut être utilisé pour le dépistage de la brucellose bovine, mais il n'est pas utilisable chez les petits ruminants. Dans les grands troupeaux, sa sensibilité diminue. [INSTITUT POURQUIER]

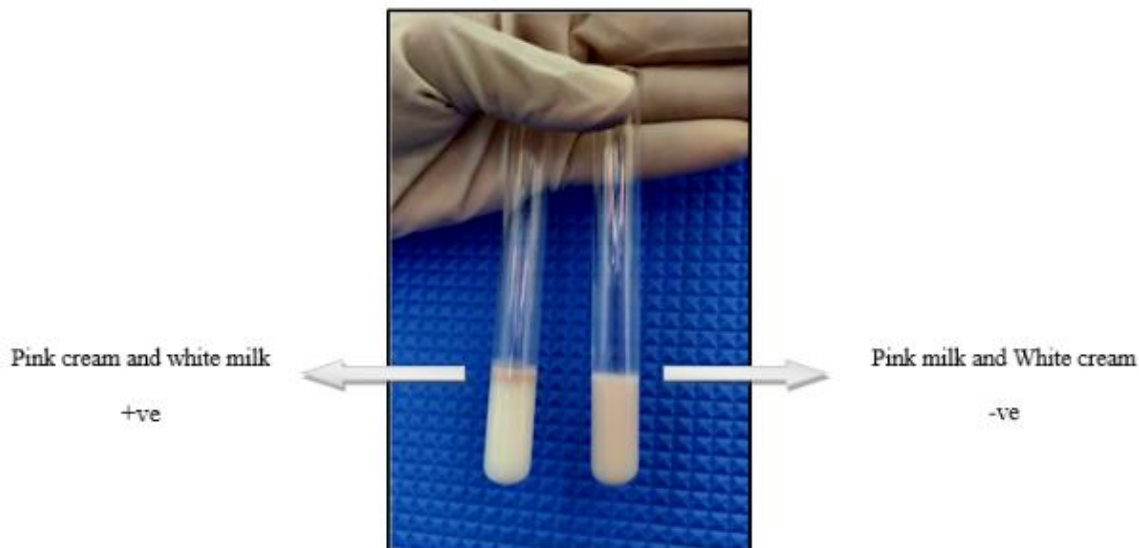


Figure 6: Résultat de ring test (Vn et al., 2016)

1.6.2.3 Séro-agglutination de Wright

C'est une technique d'agglutination lente en tubes.

Des dilutions de sérum à titrer sont mises en présence de quantités constantes d'antigènes brucelliques, puis ces dilutions sont mises à incuber une nuit à 37°C.

Lorsque le sérum est positif, il se forme des complexes antigène/anticorps qui précipitent en formant un culot, tandis que le surnageant devient transparent. Lorsque le sérum est négatif, le mélange réactionnel reste opaque.

Ce test, moyennement sensible et très peu spécifique, n'est pas reconnu comme test de référence par les organismes internationaux. (Pierre-Charles, et al. 2003, ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.4 Fixation du Complément

Cette technique est très utilisée comme test de confirmation mais elle est compliquée à réaliser, demande un équipement de laboratoire sophistiqué et une équipe bien formée. La fixation du complément peut être réalisée à chaud (37°C pendant 30 minutes) ou à froid (4°C pendant 14-18 heures), avec des caractéristiques légèrement différentes, à adapter à la qualité des sérums testés. Le protocole est le suivant :

Des dilutions successives du sérum inactivé sont mises en présence de concentrations constantes d'antigène brucellique ainsi que de complément titré, puis le tout est mis à incuber, au chaud ou au froid.

Les anticorps éventuellement présents dans le sérum analysé forment des complexes antigène/anticorps, propres à fixer le complément (s'il n'y a pas d'anticorps spécifiques, le complément reste libre).

La présence de complément libre est mise en évidence par addition d'un complexe hémolytique : globules rouges de mouton + sérum hémolytique correspondant. Si des anticorps spécifiques de *Brucella abortus* sont présents, il y a absence d'hémolyse, tandis qu'en l'absence de ces anticorps, une hémolyse se produit.

Il est indispensable de mettre en place différents témoins pour pouvoir interpréter les réactions : un témoin sérum, un témoin antigène, un témoin complément et un témoin globules rouges.

L'interprétation des résultats est standardisée : il existe un système d'unité pour la lecture, basé sur le sérum standard de l'Office International des Epizooties, qui contient 1000 ICFTU (International Complément Fixation Test Unit) par millilitre. Chaque laboratoire pratiquant ce test doit donc être agréé pour que ses résultats soient interprétables suivant les normes internationales. Ainsi, les sérums donnant un titre équivalent à 20 ICFTU/ml ou plus sont considérés comme positifs.

Ce test est très spécifique, mais certains faux positifs peuvent apparaître à cause du vaccin S19. Les femelles vaccinées avec le vaccin S19 entre 3 et 6 mois sont considérées comme positives si le sérum donne une fixation positive à un titre de 30 ou plus ICFTU/MI lorsque les animaux sont testés à l'âge de 18 mois ou plus. (Pierre-Charles, et al. 2003, ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.5 Epreuve de l'antigène BPA (Buffered Plate Agglutination)

C'est une méthode rapide et facile, utilisant un principe d'agglutination rapide sur lame en milieu acide tamponné (pH 3,7), ce qui permet d'éliminer les agglutinations non spécifiques.

Les colorants utilisés sont le cristal violet et le vert brillant.

Le sérum est mélangé avec l'antigène, puis la plaque est agitée, avant d'être incubée quatre minutes dans une chambre humide à température ambiante, et ceci deux fois de suite. Ressortie finalement, elle est agitée encore une fois avant d'effectuer la lecture.

Lorsque l'antigène coloré en bleu est mis en présence de sérums contenant des anticorps spécifiques, il se forme alors des agglutinats visibles à l'œil nu.

Ce test est très sensible, notamment pour la détection d'anticorps vaccinaux, mais les positifs doivent être confirmés par un test plus spécifique (Pierre-Charles, et al. 2003 , ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.6 ELISA (Enzyme like Immune Sorbent Assay)

Pour la réalisation de ce test, le LPS de *Brucella* est fourni fixé sur les parois des puits des microplaques en polypropylène.

Les sérums ou laits à tester sont dilués et mis à incuber dans les puits.

S'il y a des anticorps spécifiques, il se forme alors des complexes LPS/anticorps fixés sur les parois du puits. Après lavage, une immunoglobuline anti-anticorps couplée à une enzyme est mise à incuber, et ce conjugué se fixe sur l'immun complexe. Après un deuxième lavage, le substrat de l'enzyme (TMB) est ajouté dans les puits.

Si l'immun complexe est présent, l'enzyme assure la transformation du substrat en un composé bleu, devenant jaune après blocage. L'intensité de la coloration mesure le taux d'anticorps présents dans l'échantillon. Le seuil de positivité est fixé à partir d'un échantillon de contrôle positif à introduire sur chaque microplaque.

L'ELISA indirecte est un test très sensible mais il ne permet pas toujours de différencier les animaux infectés des vaccinés et est donc plutôt utilisé en dépistage. Tandis que l'ELISA de compétition est lui très spécifique, et évite la plupart des réactions dues aux anticorps vaccinaux du vaccin S19. On l'utilise donc pour la confirmation sur des animaux vaccinés (Pierre-Charles, et al. 2003, ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

1.6.2.7 Fluorescence Polarisation Assay

C'est une technique simple et rapide de mesure d'interaction antigène/anticorps, qui peut être pratiquée aussi bien en laboratoire que sur le terrain. Elle est recommandée comme test de référence dans le cadre du commerce international.

Le mécanisme de ce test est basé sur la rotation aléatoire des molécules en solution.

La taille des molécules étant le principal facteur influençant le taux de rotation, qui y est inversement proportionnel, une petite molécule tourne plus vite qu'une grosse.

Si une molécule est marquée avec un fluorochrome, le temps de rotation pour faire un angle de 68,5° peut être déterminé en mesurant l'intensité de la lumière polarisée dans des plans horizontaux et verticaux.

Une grosse molécule émet ainsi plus de lumière dans un plan simple (plus polarisée) qu'une petite molécule, qui tourne plus vite et qui émet plus de lumière dépolarisée.

La sensibilité et la spécificité de ce test sont proches de celles de l'ELISA de compétition. Sa spécificité pour les animaux vaccinés avec le vaccin S19 est proche de 99%. Cependant, l'interprétation des résultats n'a pas encore été standardisée

En conclusion, selon les recommandations de l'Office International des Epizooties, le test Rose Bengale, le BPAT (Buffered Plate Agglutination Test), l'ELISA et le test en lumière polarisée sont des bons tests de dépistage.

Mais les positifs doivent toujours être confirmés en raison de leur manque de spécificité.

Le test de Séro-agglutination est considéré comme non satisfaisant pour des fins de commercialisation.

Le test de fixation du complément est plus spécifique et a un système standardisé d'interprétation quantitative.

Les performances de l'ELISA et du test en lumière polarisée sont quant à elles comparables ou meilleures que celles du test de fixation du complément, et comme ils sont plus simples techniquement, ils devraient être utilisés en priorité.

Dans les autres espèces animales, comme les buffles, les bisons d'Europe et d'Amérique, les yaks, les wapitis et les chameaux, les mêmes procédures sérologiques peuvent être utilisées (puisque la pathogénie est identique), mais chaque test doit être validé pour l'espèce animale étudiée. (Pierre-Charles, et al. 2003, ACHA N. Pedro, SZYFRES.2005).

Tableau 2: Caractéristiques des différentes techniques de diagnostic sérologique [ECOLE NATIONALE VETERINAIRE TOULOUSE. – étude épidémiologique de la brucellose dans la province de l’Arkhangai (Mongolie)].

Test	Sensibilité	spécificité	Immunoglobulines détectées	Distinction vaccinés/malades	cout	Faisabilité
EAT	+++ Selon situation épidémiologique	+++	IgM IgG1 IgG2	NON	Faible	Facile : peut se faire sur le terrain
Ring Test	+++ Selon la taille du troupeau	++	IgG	OUI généralement	Faible	Assez facile, mais nécessite une étuve
Séro-agglutination de Wright	++	+	IgG2	NON	Faible	Facile
FC	+++	++++	IgG1 IgG2	NON	Elevé	Compliqué et nécessite matériel de pointe
BPA	+++	+++	IgG	NON	Faible	Plus compliqué que EAT pour résultats équivalents
ELISA indirect	++++	+++	IgG1 IgG2	NON	Elevé	Difficile
ELISA de compétition	+++	++++	IgG1 IgG2	OUI	Elevé	Difficile
FPA	+++	+++		OUI	Moyen	Facile faisable sur le terrain, mais nécessite matériel spécifique

1.7 Prévalence de la *brucella spp* en Algérie et en Afrique et Bassin Méditerranéen

1.7.1 En Algérie

Tableau 3: La prévalence de brucellose en Algérie.

Région / Espèce	Prévalence / Méthode	Référence
Constantine(Bovins)	1,32 % (séroprévalence RBPT/ELISA)	Belkacemi et al., 2023
Laghouat (bovins)	6,2 % (ELISA sur 1 393 bovins)	Touahria et al., 2020
Sud algérien (chameaux)	5,3 % (ELISA), 1,4 % (RBPT)	Boushaba et al., 2022
Ghardaïa (multi-espèces)	80 foyers signalés (2016)	Direction des Services Vétérinaires, 2016
Batna (chèvres)	119 chèvres infectées (épidémie 2021)	APS, 2021
National (bovins)	85 isolats (72 <i>B. abortus</i> , 13 <i>B. melitensis</i>)	Zirari et al., 2022

1.7.2 En Afrique

Tableau 4: La prévalence de la brucellose en Afrique

Pays / Espèce	Prévalence / Méthode	Référence
Libye	31 % (ovins), 42 % (bovins)	Benkirane, 2006
Tunisie	16,1 % (animal), 73 % (troupeau)	Mnif et al., 2021
Niger	3,6 % (bovins)	Boukary et al., 2013
Égypte	8–10 % (petits ruminants)	Refai, 2002
Afrique (méta-analyse)	8 % moyenne continentale	Deka et al., 2018

1.7.3 Bassin Méditerranéen

Tableau 5: La prévalence de la brucellose dans le bassin méditerranéen.

Région	Prévalence / Méthode	Référence
Italie	2–5 % (ovins, caprins – Sardaigne, Sicile)	Chiossi et al., 2016
Espagne	<1 % après éradication	Muñoz et al., 2005
Turquie	2–10 % selon région (ovins/caprins)	Gür & Gül, 2005
Grèce	3–6 % (îles du sud)	Klimatsidas et al., 2017

Partie expérimentale

1.8 Matériels et méthodes

Nous allons présenter dans ce chapitre, le cadre dans lequel notre étude a été réalisée en vue de déterminer la séroprévalence de *Brucella spp* chez les animaux de rente dans la région de Tiaret.

1.8.1 Zone d'étude et population ciblée

La région de Tiaret se situe à environ 1143 mm au-dessus du niveau de la mer avec une température moyenne d'environ 14,7°C et une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 529 mm. La zone d'étude couvre une superficie de 20 399,10 km² et couvre une partie de l'Atlas tellien au nord et les hauts plateaux au Centre et au Sud. La région de Tiaret est située à environ 160 Km des côtes méditerranéennes. Elle est limitée par plusieurs wilaya, à savoir, la wilaya de Tissemsilet et Relizane au nord ; Laghouat et El-Bayadh au Sud ; la wilaya de Mascara et Saida et à l'ouest ; la wilaya de Djelfa à l'Est. Le territoire de la wilaya est limité par le versant méridional du chaînon de l'atlas tellien (Ouarsenis) au nord, par l'atlas saharien (Djebel Amour) au sud et par les monts de Frenda au sud-ouest. Le reste de la wilaya représente les hautes plaines limitées par la cuvette du chott echergui au sud et les plateaux du Sersou au nord (Figure07).

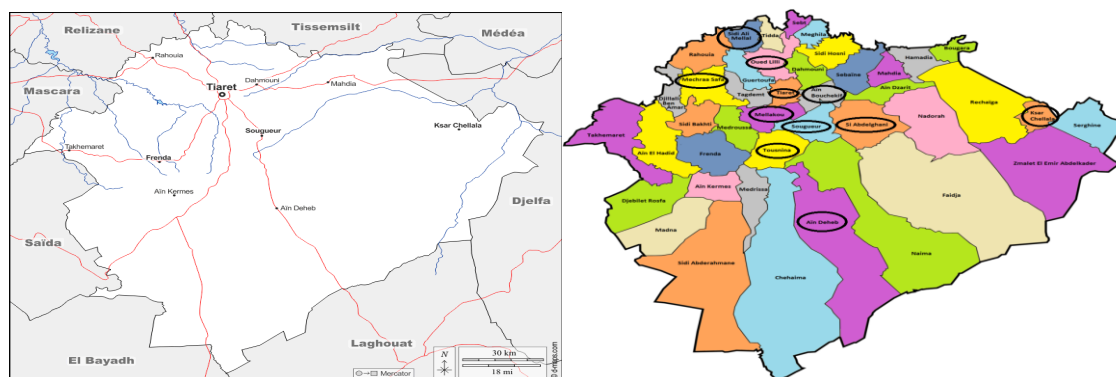


Figure 7 : Carte représentative des zones d'échantillonnage dans la wilaya de Tiaret (nord-ouest de l'Algérie).

1.8.2 L'Institut des sciences vétérinaires de Tiaret

L'Institut des sciences vétérinaires de Tiaret est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche spécialisé dans la santé animale à caractère public qui a été créé en (1984). Il est situé à environ 4 km de la présidence de l'Université Ibn Khaldoun Tiaret.

L'institut possède une clinique vétérinaire spécialisée dans le traitement et le soin médical envers les pathologies des animaux domestiques (carnivores, bovins, ovins, caprins et équins). La clinique vétérinaire des reçoit ces animaux pour diverses causes de différents motifs de consultation. Ces motifs peuvent être à l'origine de soucis de dermatologie, reproduction, ophtalmologie, vaccination, soins, hospitalisation, chirurgie et des interventions d'urgence. Cette clinique joue également un rôle pédagogique, des séances de travaux cliniques notamment pratiques pour les étudiants en fin de cycle pédagogique (4^{ème} et 5^{ème} années Docteur vétérinaire). Elle Contribue par la même occasion, à la réalisation de nombreux thèmes de PFE (Projet de Fin d'Etude) et de recherche en master et doctorat (figure).



Figure 8: Image satellite descriptive de l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret (Source : Google Maps.)

1. Animaux

24 têtes ovine et 8 caprines, 14 équidés ainsi que 10 têtes bovines appartenant à différentes fermes au niveau de la commune de Tiaret ont été utilisées dans cette études en plus de cela 18 vaches et 26 têtes ovines appartenant à la ferme expérimentale de l'université Ibn khaldoun de Tiaret. (Tableau 06)

Tableau 6: Effectif d'animaux analysés selon l'âge, le sexe et la race

			Sex		Total
			Male	Femelle	
Catégorie Age	0-24	Effectif	3	11	14
		% dans Catégorie Age	21.4%	78.6%	100.0%
	>24-48	Effectif	18	23	41
		% dans Catégorie Age	43.9%	56.1%	100.0%
	>48-72	Effectif	4	23	27
		% dans Catégorie Age	14.8%	85.2%	100.0%
	>72	Effectif	1	17	18
		% dans Catégorie Age	5.6%	94.4%	100.0%
Total		Effectif	26	74	100
		% dans Catégorie Age	26.0%	74.0%	100.0%

1.8.3 Description des cheptels visités

Les cheptels bovins de la ferme expérimentale étaient conduits en système semi-extensif, leur permettant un accès régulier aux pâturages en journée, avec un retour aux étables en soirée. De même, les cheptels ovins étaient gérés selon un mode semi-extensif, alternant pâturage libre et hébergement en bergerie. Ce type de conduite expose les animaux à divers facteurs environnementaux pouvant influencer leur statut sanitaire.

Les équidés, quant à eux, ne faisaient pas partie d'un cheptel résident. Tous les individus examinés ont été reçus à la bergerie sanitaire, dans le cadre de consultations pour des pathologies diverses. Leur mode de vie avant l'admission variait d'un élevage extensif à semi-extensif, selon leur origine. Ces animaux présentent donc des profils d'exposition variables, à prendre en considération lors de l'analyse des résultats.

Par ailleurs, des prélèvements ont également été réalisés sur des animaux admis temporairement à la bergerie sanitaire pour traitement. Ces animaux provenaient de cheptels extérieurs, élevés selon des systèmes variés allant de l'extensif, avec un accès libre et continu aux parcours naturels, au semi-extensif, plus encadré.

1.8.4 La récolte des échantillons

Le prélèvement des sérums a été conduit de Décembre 2024 à Avril 2025. Pour chaque animal faisant parti de l'échantillon, du sang a été prélevé à la veine jugulaire dans un tube sec sans anticoagulant préalablement identifié, et conservé sous glace. Des informations complémentaires ont été recueillies sur chaque animal, son âge, son origine et son propriétaire.

Des échantillons de sang ont été prélevés sur différents animaux par ponction veineuse au niveau de la veine jugulaire, en utilisant un matériel stérile afin de garantir la qualité des échantillons. Après le prélèvement, le sang a été laissé à température ambiante pour permettre la coagulation, puis soumis à une centrifugation afin de séparer le sérum des autres composants sanguins. Le sérum obtenu a ensuite été soigneusement collecté et conservé dans des tubes propres, puis congelé à une température de -4°C jusqu'à l'analyse. Pour la détection de la brucellose, une maladie infectieuse grave, le test sérologique Rose Bengal a été utilisé. Ce test

repose sur la réaction entre les anticorps présents dans le sérum et un antigène spécifique de *Brucella*, permettant ainsi une détection rapide des cas positifs.

1.8.4.1 Prélèvements sanguins

1.8.4.1.1 Réalisation du prélèvement

La réalisation du prélèvement de sang chez les animaux concernés s'effectuait dans des conditions aseptiques. A cet effet, l'opérateur doit tout d'abord porter des gants chirurgicaux. Généralement, le sang était prélevé à partir de la veine jugulaire, sinon sur la veine coccygienne chez les bovins.

1.8.4.1.2 Acheminement des prélèvements jusqu'à la conservation

Le tube de sang après coagulation et rétraction du caillot était par la suite centrifugé à 3500 tours/minutes pendant 15 minutes au Laboratoire, puis récupéré à l'aide de micropipettes dans des tubes Eppendorf et conservés à -4°C jusqu'au jour de l'analyse (Figure 09).



Figure 9:Prélevement sanguin au niveau de la veine jugulaire.

1.8.4.1.3 Matériel de laboratoire

- 1) Seringues 5 ml
- 2) Tubes secs
- 3) Gants chirurgicaux
- 4) Boite à glace
- 5) Micropipettes
- 6) Tubes Eppendorf
- 7) Centrifugeuse



- 8) Agitateur Vortex



- 9) Bain-marie réglable à 37°C et 60°C

10) Etuve à 37°C

11) Réfrigérateur à +4°C, +8°C

1.8.5 Questionnaire

Un questionnaire rempli au moment du prélèvement nous a permis d'enregistrer des informations relatives à l'animal en question, du troupeau, ainsi que le propriétaire de l'animal.

Tableau 7: Questionnaire utilisé pour la récolte des informations relatives aux animaux.

Rubrique principale	Eléments
Informations générales	Date, localisation, N° de prélèvement, N° de téléphone Propriétaire
Animal individuel	Animal, Espèce, Âge, Race, Importance de l'animal, Sexe, État physiologique (gestation, lactation), Mode de vie, Avortement, Rétention placentaire, Endométrite, État des nouveaux nés N° de mise bas, Vaccination, Autres maladies, Motif de la consultation, Diagnostic clinique
Troupeau	Type d'élevage, Mise en quarantaine, Nombre d'animaux Espèces élevées, Source du mâle reproducteur, Dépistage de la brucellose, Présence d'animaux sauvages, Source d'eau (commune ou non) Antécédents maladie - éleveur Antécédents maladie - voisinage Mode d'élevage, Mode de reproduction Vaccination
Famille	Consommation de lait, cru Symptômes de grippe Contact direct avec les animaux Antécédents de maladie chez la famille

	Antécédents de maladie dans le voisinage
--	--

1.8.6 Analyse sérologique par le kit Rose de Bengale (agglutination sur lame)

Ce test a été réalisé selon les instructions du fournisseur SPINREACT (annexe 02).

1.8.6.1 Principe de la méthode

Le Rose de Bengale est une technique d'agglutination sur lame visant à la détection qualitative et semi-quantitative d'anticorps anti-Brucella spp dans le sérum humain ou animal. La suspension bactérienne et colorée est agglutinée par des anticorps IgG ou IgM présents dans le sérum du patient.

1.8.6.2 Procédure

1.8.6.2.1 Méthode qualitative

1. Mettre les réactifs et les échantillons à température ambiante. La sensibilité de l'essai diminue à faibles températures.
2. Déposer 50 µL de l'échantillon à tester et une goutte de chaque contrôle Positif et Négatif, sur différents cercles d'une lame.
3. Mélanger le réactif de R. de Bengale vigoureusement ou avec l'agitateur vortex avant emploi. Déposer une goutte (50 µL) près de chacune des gouttes précédentes.
4. Mélanger les gouttes avec un bâtonnet en tâchant d'étaler le mélange sur toute la surface intérieure du cercle. Employer des bâtonnets différents pour chaque échantillon.
5. Placer la lame sur un agitateur rotatif à 80 – 100 r.p.m. pendant 4 minutes. L'excès de temps d'agitation peut causer l'apparition de faux positifs.

1.8.6.2.2 Méthode semi-quantitative

1. Réaliser des dilutions doubles de l'échantillon dans une solution saline 9 g/L.
2. Procéder pour chaque dilution comme dans l'essai qualitatif.

1.8.6.3 Lecture et interprétation

Examiner macroscopiquement la présence ou l'absence d'agglutination immédiatement après avoir retiré la lame de l'agitateur. La présence d'agglutination indique une concentration d'anticorps anti- *Brucella* égale ou supérieure à 25 UI/mL. Dans la méthode semi-quantitative, le titre est défini comme la plus grande dilution qui donne un résultat positif.

1.8.6.4 Calculs

La concentration approximative d'anticorps anti-*Brucella spp* dans l'échantillon du patient s'obtient de la manière suivante : $25 \times \text{Titre d'anti-Brucella} = \text{UI/mL}$

1.8.6.5 Contrôle de qualité

Il est recommandé d'utiliser le contrôle positif et négatif pour contrôler la fonctionnalité du réactif, ainsi que le modèle de comparaison pour l'interprétation des résultats. Tout résultat autre que le résultat qui donne le contrôle négatif est considéré comme positif.

1.8.6.6 Valeurs de référence

Jusqu'à 25 IU/mL. Il est recommandé à chaque laboratoire d'établir ses propres valeurs de référence.

1.8.6.7 Caractéristiques de la méthode

1. Sensibilité analytique : 25 (+- 5) UI/mL, dans les conditions décrites dans l'essai.
2. Effet prozone : On n'observe pas d'effet prozone jusqu'à des valeurs de 1 000 UI/mL.
3. Sensibilité du diagnostic : 100 %
4. Spécificité du diagnostic : 98 %

1.8.6.8 Interférences

Hémoglobine (10 g/L), lipides (10 g/L) et facteurs rhumatoïdes (300 UI/mL) n'interfèrent pas. La bilirubine interfère à partir de 2,5 mg/dL. D'autres substances peuvent interférer.

1.8.6.9 Limitations

Le diagnostic clinique ne doit pas être réalisé avec les résultats d'un seul essai. Il faut considérer en même temps les données cliniques du patient.

Les résultats positifs doivent être confirmés par des tests bactériologique ou d'autres tests sérologiques tels que l'ELISA, le test de coombs et le test d'agglutination standard en tube.

1.8.7 Statistique

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS (Version 24.0 ; SPSS Inc., Chicago, USA). L'association entre le sexe, l'âge, la race, ont été analysés par le test de chi carré. La valeur P de 0,05 indique des différences statistiquement significatives.

Pour les variables numériques, nous avons utilisé le test t de Student. Pour les variables catégorielles, nous avons utilisé le test de Chi carré (χ^2), sauf lorsque la taille de l'échantillon pour l'une des catégories était faible (c'est-à-dire inférieure à 5), auquel cas nous avons utilisé le test exact de Fisher.

1.9 Résultats

Parmi les 100 sérums (50 têtes ovine et 8 caprines, 14 équidés ainsi que 18 têtes bovines), 10 échantillons (04 bovins et 06 ovins) avaient des anticorps contre *Brucella spp*, une séroprévalence de 10.00 % (10/100 ; 95% CI, 0.19–19.8%) a été identifiée. Le reste des animaux étaient négatifs aux anticorps anti- *Brucella spp*. Ces résultats indiquent qu'il y avait des contacts non récents des animaux prélevés et positifs avec la *brucella spp* et qui n'exclut pas une probable infection.

Tableau 8: Effectif et pourcentage des animaux séropositifs.

			<i>Brucella spp</i>		Total
			Séronégatifs	Séropositifs	
Espèce	BOVINS	Effectif	24	4	28
		% dans Espèce	85.7%	14.3%	100.0%
	OVINS	Effectif	44	6	50
		% dans Espèce	88.0%	12.0%	100.0%
	CAPRINS	Effectif	8	0	8
		% dans Espèce	100.0%	0.0%	100.0%
	EQUINS	Effectif	14	0	14
		% dans Espèce	100.0%	0.0%	100.0%
Total		Effectif	90	10	100
		% dans Espèce	90.0%	10.0%	100.0%

1.9.1 Prévalence apparente

PA= (nombre des sérums positifs × 100) ÷ (le nombre total des sérums)

a. PA= (10 × 100) ÷ 100

La prévalence apparente est de : **10.00 %**.

1.9.3 Prévalence réelle

La séroprévalence réelle était calculée selon la sensibilité et la spécificité du test sérologique utilisé (100%, 98%) respectivement selon la formule suivante :

$$PR = \frac{AP + Sp - 1}{Sn + Sp - 1}$$

AP : prévalence apparente

Sp : spécificité = 98% (selon le fabricant)

Sn : sensibilité = 100% (selon le fabricant)

$$PR = \frac{10+100-1}{98+100-1} \times 100 = 0.5532 \times 100 = 55.32\%$$

La prévalence réelle des animaux de rente est de : 55.32%

1.9.4 Séroprévalence suivant l'âge

Le tableau 09 présente les résultats de l'analyse de la séroprévalence suivant l'âge des animaux. Il laisse apparaître que les animaux appartenant à la troisième catégorie (> 48-72 mois) contenaient un nombre élevé d'animaux séropositifs (4 animaux positifs) (Figure 10). Ce résultat ne traduit pas une significativité au test Khi deux ($P > 0,05$).

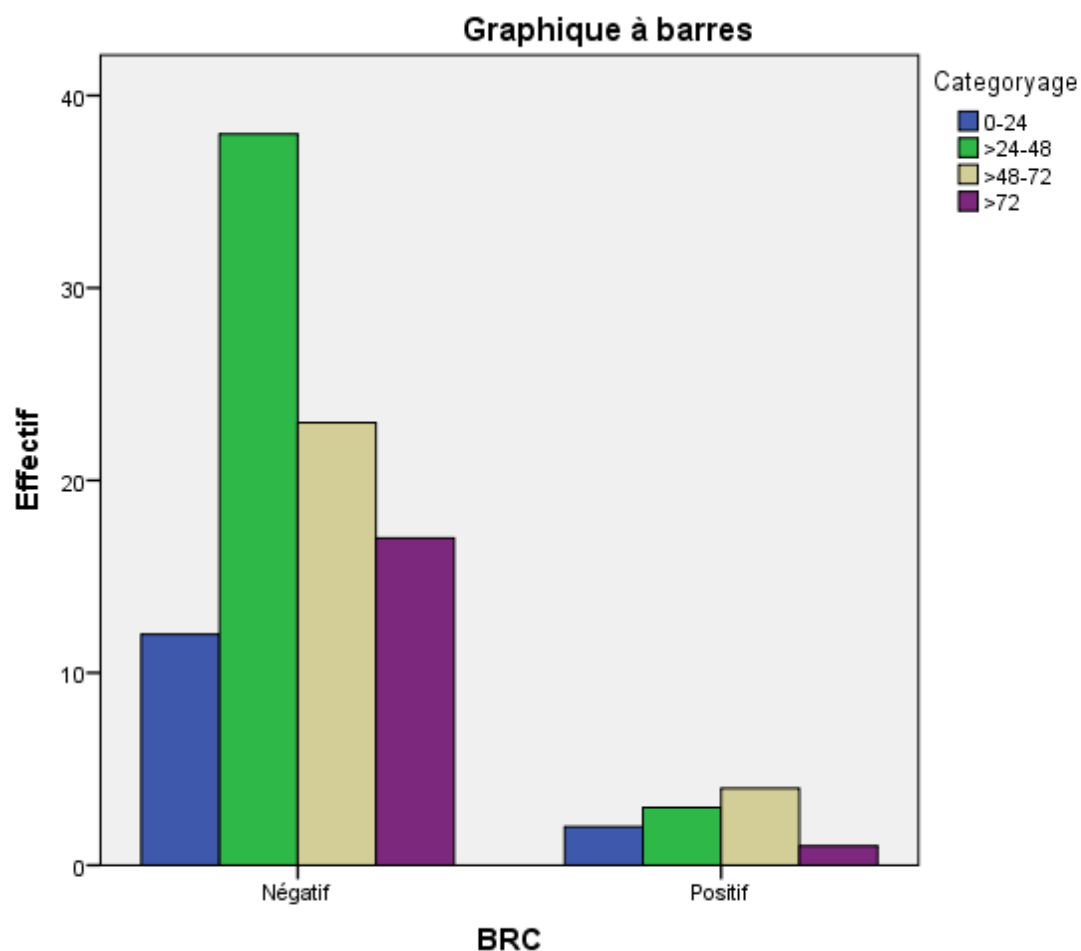


Figure 10: Représentation des animaux séropositifs selon l'âge.

Tableau 9: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon l'âge.

							Total
			0-24	>24-48	>48-72	>72	
BRC	Négatif	Effectif	12	38	23	17	90
		% dans BRC	13.3%	42.2%	25.6%	18.9%	100.0%
	Positif	Effectif	2	3	4	1	10
		% dans BRC	20.0%	30.0%	40.0%	10.0%	100.0%
Total		Effectif	14	41	27	18	100
		% dans BRC	14.0%	41.0%	27.0%	18.0%	100.0%

BRC : Anticorps anti-*Brucella* spp

1.9.5 Séroprévalence suivant la race

L'étude de la séroprévalence des animaux en fonction de la race nous renseigne que les races croisées ont eu une séroprévalence de 70.0% tandis que les animaux de race importées ont une séroprévalence de 10.00 % (Figure 11). Cependant, cette différence n'est pas significative, car $P > 0,05$.

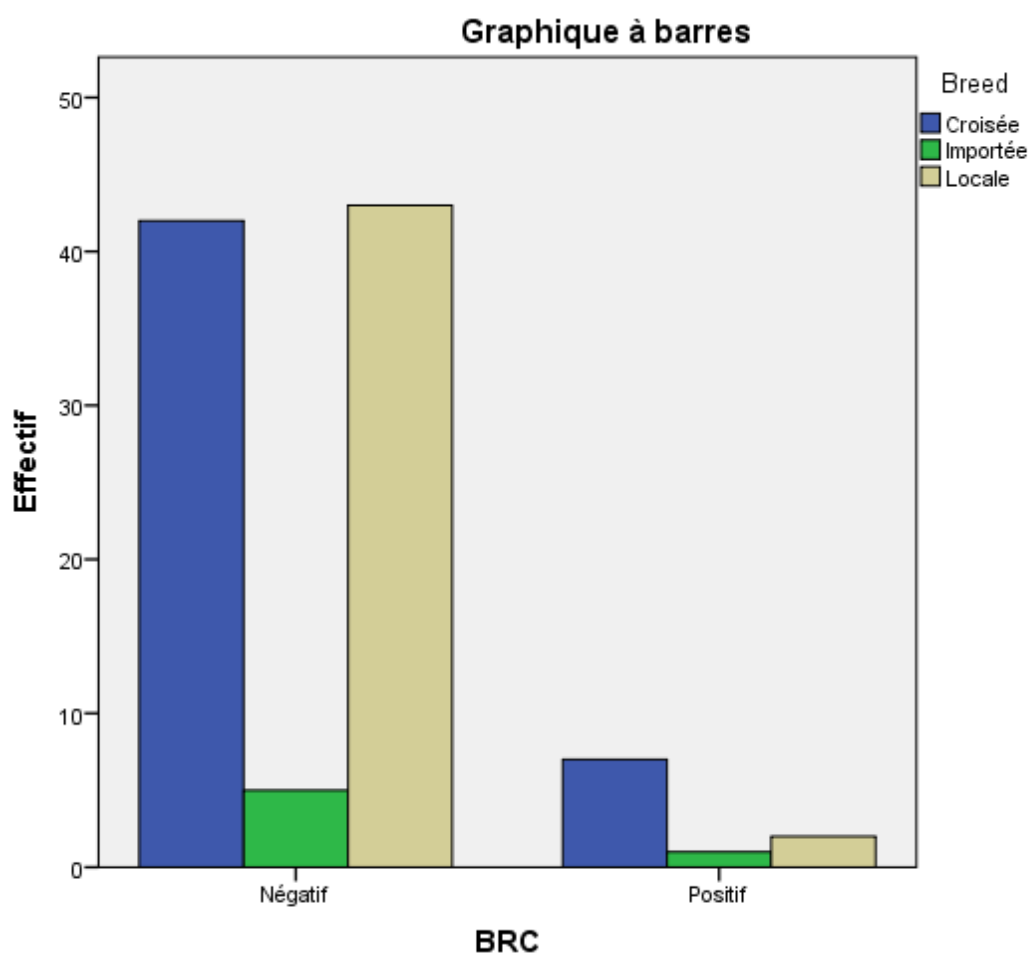


Figure 11: Représentation des animaux positifs selon la race.

1.9.6 Séroprévalence suivant l'espèce des animaux

Suivant l'espèce des animaux, nos analyses révélait que les ovins analysés avaient une séroprévalence de 60,0% tandis que les caprins et équins avaient une séroprévalence de 00 % (Tableau 10). Cependant, cette différence n'est pas significative ($P>0,05$).

Tableau 10: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon l'espèce.

			Espèce				Total
			BV	OV	CP	EQ	
BRC	Négatif	Effectif	24	44	8	14	90
		% dans BRC	26.7%	48.9%	8.9%	15.6%	100.0%
	Positif	Effectif	4	6	0	0	10
		% dans BRC	40.0%	60.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Total		Effectif	28	50	8	14	100
		% dans BRC	28.0%	50.0%	8.0%	14.0%	100.0%

1.9.7 Séroprévalence suivant le sexe des animaux

L'étude de la séroprévalence des animaux de rente en fonction du sexe renseigne qu'il n'y a aucune différence significative ($P\text{-value}>0.05$) (Figure 12).

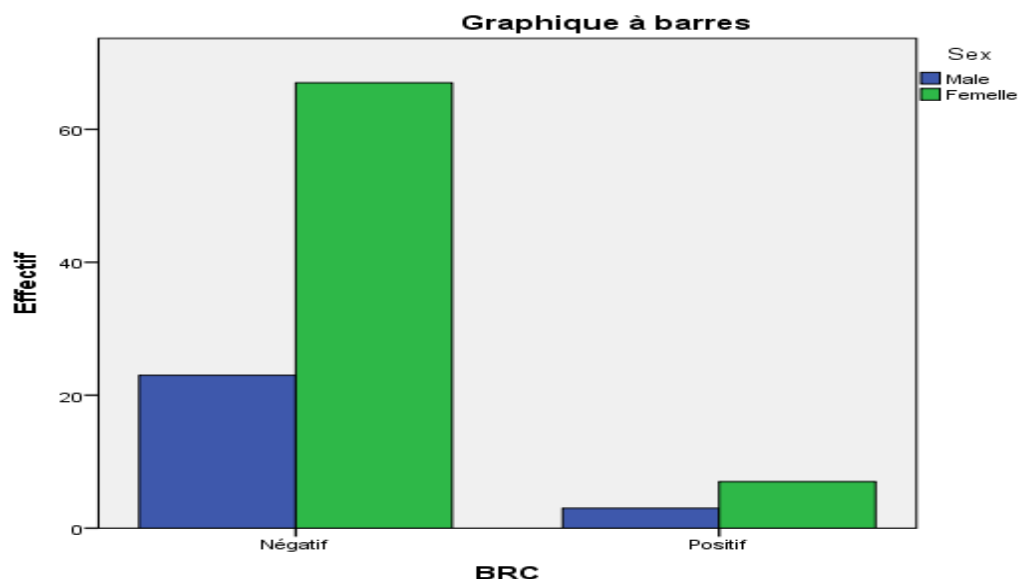


Figure 12: Effectif et pourcentage des animaux positifs selon le sexe.

1.9.8 Facteurs de risque associés à la séropositivité de *Brucella spp*

Un seul facteur de risque significativement associé à la séropositivité à *Brucella spp* était identifié. Seuls les animaux appartenant à un cheptel non mixte avec un élevage d'une seule espèce animale présentaient 16 fois plus de risque d'être séropositif ($P\text{-value} = 0.024$, $OR=16.666$ 95%IC 1.449-191.698).

Pour les variables numériques, nous avons utilisé le test t de Student. Pour les variables catégorielles, nous avons utilisé le test du Khi-deux (Tableau 11)

Tableau 11 : Effectif et pourcentage des animaux positifs selon le modèle de l'élevage (mélangé ou non).

			Cheptels mélangés		Total
			Non	Oui	
BRC	Négatif	Effectif	21	63	84
		% dans BRC	25.0%	75.0%	100.0%
	Positif	Effectif	6	2	8
		% dans BRC	75.0%	25.0%	100.0%
Total		Effectif	27	65	92
		% dans BRC	29.3%	70.7%	100.0%

1.9.9 Survenue des troubles de la reproduction liés à *Brucella spp*

Tableau 12 résume l'association entre la séropositivité à *Brucella spp* avec l'apparition des troubles de la reproduction notamment les endométrites, les anœstrus, les avortements et les rétentions placentaire. L'analyse statistique révélait une association significative avec les endométrites ($P\text{-value} = 0.01$) et les anœstrus ($P\text{-value} = 0.016$) respectivement.

Tableau 12: Survenue de troubles de la reproduction liés à *Brucella spp*

	Animaux de rente	Brucella spp Séropositif		
	Nombre d'animaux examinés	Nombre d'animaux séropositifs	Proportion de séropositifs (%)	P-value
Endométrite				
Non	67	04	5.97	0.010*
Oui	06	03	50.00	
Anœstrus				
Non	66	4	6.06	0.016*
Oui	07	03	42.85	
Avortement				
Non	45	03	6.66	0.417
Oui	28	04	14.28	
Rétention placentaire				
Non	70	07	10	1.000
Oui	03	00	00	
Mortinatalité				
Non	73	07	9.58	-
Oui	00	00	0.00	

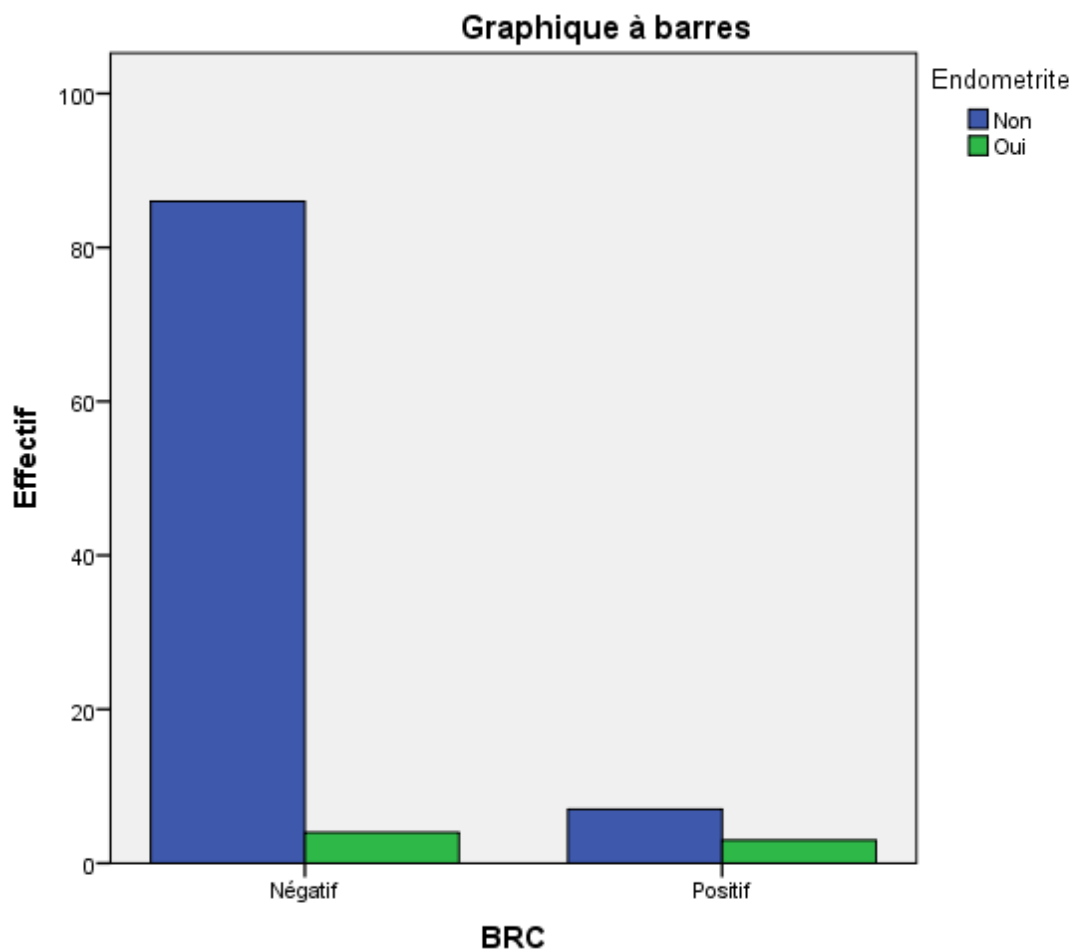


Figure 13 : Effectif et pourcentage des animaux séropositifs et associés à l'apparition des endométrites

1.10 Discussion

L'objectif de notre étude était d'étudier la séroprévalence individuelle de *Brucella spp* chez les animaux rente dans la région de Tiaret (ouest Algérie) et de clarifier les facteurs associés à cette séroprévalence.

Les études transversales, associées à des investigations sérologiques, sont largement utilisées en épidémiologie vétérinaire et permettent d'évaluer le fardeau d'une maladie particulière dans une population définie (Dohoo et al., 2009). L'avantage de ces études est qu'elles sont univoques, simples, peu coûteuses et ne nécessitent qu'un seul échantillonnage. Elles fournissent des caractéristiques descriptives d'une population à un moment précis et incluent les cas anciens et nouveaux (Dohoo et al., 2009). Néanmoins, elles sont moins adaptées pour déterminer la date d'apparition de la maladie ou sa durée. La présence d'anticorps dans un seul échantillon de sérum indique seulement qu'une infection est survenue à un moment donné dans le passé, ce qui rend son utilisation plus appropriée. La valeur diagnostique en tant qu'indicateur d'une infection active actuelle est limitée (Levin, 2006). Il est impossible de déterminer la séquence des événements, à savoir si l'exposition a eu lieu avant, pendant ou après l'apparition de la maladie (Levin, 2006). Dans certains types d'ELISA contre certaines maladies, un niveau élevé d'anticorps pourrait indiquer une possible phase aiguë de la maladie. L'un des inconvénients de la conception transversale par rapport, par exemple, à une conception d'étude longitudinale est par conséquent la faiblesse de la détermination des relations de cause à effet (Dohoo et al., 2009). L'association entre la séropositivité et les troubles de la reproduction trouvée dans la présente étude n'est donc pas nécessairement causale, même si elle est statistiquement significative. D'autres conceptions d'étude, telles qu'une étude longitudinale ou une étude cas-témoins, auraient nécessité des visites de terrain plus solides.

La détermination de la taille de l'échantillon est souvent une étape importante de la planification d'une étude épidémiologique. Il existe plusieurs approches pour déterminer la taille de l'échantillon. Cela dépend du type d'étude. Les études descriptives, observationnelles et contrôlées randomisées utilisent différentes formules pour calculer la taille de l'échantillon. Une taille d'échantillon adéquate permet de garantir que l'étude produira des informations fiables, que les données finales suggèrent une différence cliniquement importante entre le traitement étudié ou que l'étude vise à mesurer la précision d'un test diagnostique ou l'incidence d'une maladie. Idéalement, pour obtenir une estimation précise de la prévalence d'une infection donnée dans une

population, tous les animaux devraient être inclus (recensement). En raison de l'insuffisance des ressources, seule une fraction (échantillon) de la population est utilisée pour représenter l'ensemble de la population. Cette fraction doit être optimale et représentative pour permettre des inférences sur la population cible (Dohoo et al., 2009), ce qui nécessite une stratégie d'échantillonnage aléatoire.

Le calcul de la taille de l'échantillon nécessaire a été compliqué par plusieurs facteurs : prévalence inconnue et hétérogénéité des systèmes de gestion. La littérature pertinente sur la séroprévalence en Algérie est rare et concerne des études menées dans d'autres régions du pays avec des systèmes de gestion, des plans d'étude et des techniques de laboratoire différents, ce qui limite sa pertinence. La taille minimale de l'échantillon a été augmentée pour tenir compte des défis mentionnés. Il est donc probable que la taille de l'échantillon dans la présente étude permette de tirer des conclusions sur la population cible ; de plus, les troupeaux inclus étaient généralement typiques et sont très probablement représentatifs des autres troupeaux des zones d'étude.

La plupart des informations sur les troubles de la reproduction et les facteurs de risque ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire d'entretien, ce qui peut poser des problèmes de communication. Afin de minimiser le risque de biais ou de désinformation, un vétérinaire qualifié accompagne les éleveurs lors de chaque visite, dont l'objectif est de recueillir des échantillons et des informations, afin d'éviter toute ambiguïté dans les réponses recueillies. Cependant, les informations fournies par les éleveurs dépendent largement de leurs connaissances, de la tenue de leurs dossiers et de leur capacité à se souvenir de ce qui s'est passé, dans certains cas, plus de cinq ans avant l'entretien. En raison de l'absence de dossiers et de la méconnaissance des troubles de la reproduction par les éleveurs, la fréquence de ces troubles dans la région pourrait avoir été sous-estimée. Pour une femelle, les seuls enregistrements importants pour la plupart des éleveurs sont le nombre de vêlages et la production laitière, ces dernières informations n'ayant pu être fournies, même pour une inspection vétérinaire. Les propriétaires ont recherché des informations sur les indicateurs de performance reproductive en général (avortement, endométrite, anœustrus, mortinatalité, rétention placentaire, dystocie). Les pertes embryonnaires précoces, telles que les échecs de fécondation/conception et la mortalité embryonnaire précoce, n'ont pas pu être évaluées chez tous les éleveurs, ce qui pourrait entraîner une sous-estimation supplémentaire de la fréquence des troubles de la reproduction. *Brucella spp*

provoque généralement des avortements en fin de gestation, relativement faciles à reconnaître par les éleveurs.

Brucella spp est l'un des agents pathogènes qui affectent directement le parenchyme testiculaire où il pourrait être cultivé ; les cellules du tractus génital produisent de l'érythritol favorisant la croissance de cet agent pathogène et sont donc sa localisation préférée. Givens et Marley, (2008), ont rapporté que l'infection par la brucellose chez les taureaux pourrait entraîner une baisse de la libido, une baisse de la qualité du sperme et une infertilité. L'excrétion de *Brucella spp* dans le sperme des taureaux a été signalée et cela peut présenter un risque de transmission de la maladie par IA (Eaglesome M.D et Garcia M. M, 1993). Johanna Lindahl et al., (2019) ont déclaré que l'insémination artificielle était également associée à un risque accru d'infection par la brucellose dans les troupeaux laitiers. Aprizal Panus et al. (2018) ont indiqué que les fermes qui n'avaient pas été désinfectées avant l'insémination artificielle semblaient 2,8 fois plus susceptibles d'avoir une infection à la brucellose dans leurs fermes par rapport aux fermes désinfectées, évaluant l'importance de la désinfection comme facteur de protection pour réduire l'infection à la brucellose.

Nicoletti (1980) a suggéré que, bien que *Brucella abortus* survive dans certaines conditions de pâturage et d'eau, l'absence de contact direct entre animaux sensibles et infectés ou entre matériel biologique infecté (carcasses, sécrétions utérines, fœtus avortés et sperme destiné à l'insémination artificielle) élimine presque entièrement le risque de propagation de la maladie. En revanche, Shome (2014) a conclu, dans son enquête en Inde, que les animaux issus de l'accouplement naturel étaient plus séropositifs à l'infection à *Brucella* que ceux issus de l'insémination artificielle.

1.11 Conclusion et recommandations

Cette étude nous permet de conclure que de nombreux efforts doivent être déployés pour protéger et satisfaire les besoins nationaux en matière de bien-être du bétail. Elle souligne que la maladie étudiée figure parmi les principales causes d'avortement et d'infertilité chez les animaux rente en Algérie. Une vision globale de la gestion des exploitations agricoles, incluant des programmes de contrôle et d'éradication des maladies infectieuses, est nécessaire. Afin de prévenir la présence et la propagation d'agents pathogènes de la reproduction au sein de la population, il est essentiel d'améliorer les connaissances épidémiologiques de cette maladie infectieuse en Algérie. Nous soulignons en particulier la nécessité d'une action à long terme.

Les présentes études soulignent que tout programme de contrôle doit être initialement évalué en fonction du taux d'infection dans une région spécifique. De plus, la connaissance de la gestion du troupeau et des facteurs environnementaux qui augmentent le risque de maladie abortive permettrait d'améliorer la capacité à contrôler et à prévenir la transmission, réduisant ainsi les effets néfastes des maladies sur la santé et la productivité du troupeau. Cette étude expérimentale a permis d'établir une première évaluation de la séroprévalence de la maladie abortive, *Brucella spp.*, chez les animaux non vaccinés. Les infections à *Brucella spp.* se sont révélées prévalentes dans la zone d'étude.

Une fois tous les facteurs de risque d'introduction des agents pathogènes abortifs étudiés maîtrisés, il serait nécessaire de réduire/éradiquer ces agents pathogènes par des programmes de vaccination à l'échelle nationale (lorsque le vaccin sera disponible) et d'éliminer les individus positifs des troupeaux.

Enfin, il existe un manque important d'études transversales et transfrontalières à long terme sur l'épidémiologie et la variabilité moléculaire des maladies des ruminants chez le bétail et la faune sauvage en Afrique du Nord. Ce problème est préoccupant pour la santé du bétail et la conservation de la faune sauvage et doit être résolu. Une amélioration des données épidémiologiques serait indispensable.

1.12 Les références bibliographiques

Acha, P. N., & Szyfres, B. (2005). *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux* (Vol. 1–3). Organisation panaméricaine de la santé.

Akakpo, A. J., Akoumba, J. F., & Zingui, A. (1986). Épidémiologie de la brucellose animale en Afrique. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 5(2), 293–302.

Al Dahouk, S., et al. (2013). Brucellosis in the Middle East: A persistent medical and veterinary problem. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 19(9), 873–884.

Boschioli, M. L., Foulongne, V., & O'Callaghan, D. (2016). Brucellosis: A worldwide zoonosis. *Current Opinion in Microbiology*, 14(1), 58–64.

Capasso, L. (2002). Brucellosis in ancient times. *International Journal of Osteoarchaeology*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.1002/oa.601>

Corbel, M. J. (1997). Brucellosis: An overview. *Emerging Infectious Diseases*, 3(2), 213–221. <https://doi.org/10.3201/eid0302.970219> [veterinaryworld.org](https://www.veterinaryworld.org)+1 [ilri.org](https://www.ilri.org)+1

Corbel, M. J. (2006). *Brucellosis in humans and animals*. WHO Press.

Dumler, J. S., Barbet, A. F., Bekker, C. P. J., et al. (2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(6), 2145–2165.

ECOLES NATIONALES VETERINAIRES FRANÇAISES. (2003). *Maladies contagieuses des animaux domestiques*. Éd. pédagogique vétérinaire.

El Idrissi, A., Ward, D., El Tayeb, E. M., et al. (2001). Brucellosis in the Near East: Regional review. *OIE Scientific & Technical Review*, 20(3), 761–775.

FAO. (2019). *Brucellosis: Regional strategies for prevention and control*. Food & Agriculture Organization.

Franco, M. P., Mulder, M., Gilman, R. H., & Smits, H. L. (2007). Human brucellosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 7(12), 775–786.

Godfroid, J., Scholz, H. C., Barbier, T., Nicolas, C., Wattiau, P., Fretin, D., et al. (2011). Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface at the beginning of the 21st century. *Preventive Veterinary Medicine*, 102(2), 118–131.

Harouna, H. A. (2008). *La brucellose animale au Niger: Prévalence et impact économique*. Université de Niamey.(à confirmer)

Lefèvre, P.-C., Blancou, J., & Chermette, R. (2003). *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail* (Tomes 1–2). Éditions TEC & DOC – Lavoisier.

Maurin, M., & Raoult, D. (1999). Brucella species as emerging human pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 5(2), 294–298.

McGiven, J., et al. (2020). Recent developments in serological diagnostics of brucellosis. *Veterinary Microbiology*, 250, 108878.

Nicoletti, P. (1980). The epidemiology of bovine brucellosis. *Advances in Veterinary Science & Comparative Medicine*, 24, 69–98.

Pappas, G., Papadimitriou, P., Akritidis, N., Christou, L., & Tsianos, E. V. (2006). The new global map of human brucellosis. *The Lancet Infectious Diseases*, 6(2), 91–99.
[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(06\)70382-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(06)70382-6)

Roberts, M., & Manchester, K. (2007). *The archaeology of disease* (3rd ed.). Cornell University Press.

Saegerman, C. (2005). Epidemiological assessment of brucellosis surveillance. *Revue Scientifique & Technique*, 24(3), 947–956.

Seleem, M. N., Boyle, S. M., & Sriranganathan, N. (2010). Brucellosis: A re-emerging zoonosis. *Veterinary Microbiology*, 140(3–4), 392–398.

Scholz, H. C., et al. (2009). *Brucella microti* sp. nov. isolated from the common vole. *International Journal of Systematic & Evolutionary Microbiology*, 59(2), 333–338.

Smith, J., & Brown, L. (2020). *Brucellosis control in modern farming*. *Veterinary World*, 13(9), 1956–1962. (Titre à vérifier – introuvable)

Smith, J. (2010). *Understanding brucellosis: An overview*. *Journal of Infectious Diseases*, 202(3), 345–350. (Titre à vérifier – introuvable)

World Health Organization (WHO). (2018). *Brucellosis: Fact sheet*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/brucellosis>

World Organisation for Animal Health (OIE). (2008). *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*.

World Organisation for Animal Health (OIE). (2021). *Terrestrial Animal Health Code*. <https://www.oie.int>

1.13 Annexes

Annexe 01 : La liste des animaux prélevées

ID	AGE	RACE	SEX
BV1	15ans	croisée	Femelle
BV2	8 ans	croisee	Femelle
BV3	1 ans	croisee	Male
BV4	2 ans	holstein	Femelle
BV5	10 ans	croisee	Femelle
BV6	8 ans		Femelle
BV7(1)	6	croisee	Femelle
BV7(2)	6	croisee	Femelle
BV7(3)	8	croisee	Femelle
BV8	7 ans	monbiliard	Femelle
OV1	2 ans	rembie	Male
OV2	3 ans	croisee	Femelle
OV3	2 ans	croisee	Femelle
OV4	6 ans	croisee	Femelle
OV5	4 ans	rembie	Male
OV6	4 ans	croisee	Femelle
OV7	4 ans	croisee	Femelle
OV8	2 ans	croisee	Femelle
OV9	3 ans	croisee	Femelle
OV10	1 ans	croisee	Femelle
OV11	6 ans	croisee	Femelle
OV12	6 ans	croisee	Femelle
OV13	6 ans	croisee	Femelle
OV14	5 ans	croisee	Femelle
OV15	1 ans	rembie	Male
OV16	3 ans	rembie	Male
OV17	6 ans	croisee	Femelle

OV18	6 ans	croisee	Femelle
OV19	4 ans	croisee	Femelle
OV20	1 ans	rembie	Femelle
OV21	4 ans	croisee	Male
OV22	3 ans	croisee	Femelle
OV23	5 ans	croisee	Femelle
OV24	1 ans	croisee	Femelle
EQ1	1 ans	arab-barbe	femelle
EQ2	4ans	arab-barbe	male
EQ3	8 ans	arab-barbe	Femelle
EQ4	3 ans	arab-barbe	Femelle
EQ5	3 ans	arab-barbe	Femelle
EQ6	8 ans	arab-barbe	Femelle
EQ7	11 ans	pur sang arab	Femelle
EQ8	8 ans	arab-barbe	Femelle
EQ9	4 ans	arab-barbe	Femelle
EQ10	10 ans	arab-barbe	Male
EQ11	5 ans	arab-barbe	femelle
EQ12	5 ans	arab-barbe	Femelle
EQ13	6 ans	arab-barbe	Femelle
EQ14	7 ans	arab-barbe	Male
CP1	3 ans	croisee	Femelle
CP2	3 ans	croisee	Femelle
BOUC1	4 ans	croisee	Male
BOUC2	5 ans	croisee	Male
BOUC3	4 ans	croisee	Male
BOUC4	4 ans	croisee	Male
BOUC5	4 ans	croisee	Male
BOUC6	4 ans	croisee	Male
OV F 1 (FE1733)	6 ans	rembie	Femelle

OV F 2(J2294)	3 ans	rembie	Femelle
OV F 3(J2284)	6 ans	rembie	Femelle
OV F 4(FE1738)	6 ans	rembie	Femelle
OV F 5(FE7338)	2 ans	rembie	Femelle
OV F 6(FE4317)	4 ans	rembie	Femelle
OV F 7(J2295)	4 ans	rembie	Femelle
OV F 8(FE1749)	6 ans	rembie	Femelle
OV F 9(J7337)	3 ans	rembie	Femelle
OV F 10(J2265)	2.5 ans	rembie	Femelle
OV F 11(4628)	2.5 ans	rembie	Femelle
OV F 12(FE1739)	6 ans	rembie	Femelle
OV F 13(156)	2.5 ans	rembie	Femelle
OV F 14(FE1625)	7 ans	rembie	Femelle
OV F 15(152)	4 ans	rembie	Femelle
OV F 16(2237)	4 ans	rembie	Male
OV F 17(J2244)	4 ans	rembie	Male
OV F 18(J2252)	2.5 ans	rembie	Male
OV F 19(FE1145)	6 ans	rembie	Male
OV F 20(J2260)	2.5 ans	rembie	Male
OV F 21(J2248)	4 ans	rembie	Male
OV F 22(J2266)	2.5 ans	rembie	Male
OV F 23(J2259)	2.5 ans	rembie	Male
OV F 24(J2288)	6 ans	rembie	Male
OV F 25(J2296)	4 ans	rembie	Male
OV F 26(J2225)	2.5 ans	rembie	Male
BV F 1(FE1496)	5 ans	croisee	femelle
BV F 2(1465)	7 ans	croisee	Femelle
BV F 3(1458)	7 ans	flechvieh	Femelle
BV F 4(0324)	1 ans	croisee	Femelle
BV F 5(1497)	5 ans	croisee	Femelle
BV F 6(1460)	8 ans	croisee	Femelle
BV F 7(121)	5 ans	croisee	Femelle

BV F 8(98)	5 ans	croisee	Femelle
BV F 9(06)	13 ans	croisee	Femelle
BV F 10(21)	13 ans	croisee	Femelle
BV F 11(221)	5 ans	croisee	Femelle
BV F 12(0521)	1 ans	croisee	Femelle
BV F 13(0621)	3 ans	croisee	Femelle
BV F 14(0721)	3 ans	croisee	Femelle
BV F 15(2205)	2 ans	croisee	Femelle
BV F 16(1482)	6 ans	normande	Femelle
BV F 17(1430)	9 ans	croisee	Femelle
BV F 18(321)	4 ans	normande	Femelle

Annexe 02 :

Manipulations et analyses des échantillons au niveau du laboratoire (Institut des sciences vétérinaires)



Centrifugation du sang et récolte du sérum



Test de rose bengale

Annexes 03 :

Photos d'une ablation chirurgicale d'une orchite chez un bélier séropositif  Brucella spp (réalisée par Pr Khiati)

