

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

THÈME

Évaluation de la séroprévalence de la brucellose caprine dans la Wilaya de Tipaza

Présenté par : RAHMANI Zineb

Soutenu le : 12 /07 / 2023

Devant le jury composé de:

Dr MIMOUNE Nora.

MCA (ENSV)

Présidente

Dr ZAIDI Sara.

MCA (ENSV)

Examinatrice

Dr LOUNES N.

MCA (ENSV)

Promotrice

Année universitaire : 2022 /2023

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je, soussignée **M^{elle} RAHMANI Zineb**, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, j'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire de fin d'étude.

Signature

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Zineb', with a horizontal line underneath.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force, et la volonté pour mener à bien ce modeste travail.

Mes plus grands remerciements vont à ma promotrice **Dr LOUNES Nedjma** qui m'a proposé ce sujet, en lui exprimant ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements pour son encadrement, son suivi, sa disponibilité, ses conseils judicieux, ses critiques constructives et ses encouragements qu'elle m'a prodigué avec gentillesse et un grand esprit scientifique tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier également la présidente de Jury **Madame MIMOUNE** et l'examinatrice **Madame ZAIDI** de m'avoir honoré par sa présence, et d'avoir consacré son temps à la lecture de mon mémoire et au jugement de mon travail.

Je remercie l'inspectrice de la wilaya de Tipaza pour son aide et pour sa coordination avec les éleveurs et les vétérinaires, sans qui cette étude n'aurait pas pu avoir lieu, je les remercie aussi pour leur accueil et leur amabilité.

Enfin je remercie tous ce qui m'ont encouragé tout au long de mon parcours et ceux qui ont contribué à ma formation mais que je n'ai pas cité.

DEDICACES

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à :

Mon cher père

La personne qui a sacrifié sa vie pour moi, et qui a pris le défi pour mes études, et m'a éclairé le chemin de ma réussite ; L'épaule solide, l'œil attentif et compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te garde et te procure santé et longue vie.

Ma chère mère

La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur.

Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je porte, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée.

Mes chers frères

Abdelbasset, Oussama, Issam, Azzeddine, Nacerallah, Je vous remercie pour vos encouragements et vos soutiens durant ces années d'études, Je n'arriverais jamais à vous exprimer mon amour sincère.

À tous ceux qui m'ont soutenu et qui me soutiennent encore.

Zineb RAHMANI

Résumé

La brucellose caprine, provoquée par *B.melitensis*, demeure une préoccupation majeure en Algérie, provoquant de nombreux bilans économiques et humains.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la wilaya de Tipaza, en particulier les six communes (Tipaza, Ain Tagourait, Bourkika, Sidi Rached, Ahmerelain, et Fouka).

Nous avons étudié un nombre total de 100 caprins dont 42 mâles et 58 femelles, issus de 9 élevages, qui ont fait l'objet d'une étude sérologique en utilisant l'Epreuve de l'antigène Tamponné (EAT). Les résultats ont montré une séroprévalence cheptel de 33.33 % et individuelle de 3% .

Des mesures prophylactiques et un plan de suivi approprié doivent être mis en place pour réduire le nombre alarmant de cas de cette maladie dans la région ciblée.

Mots clés : Brucellose, Caprine, Rose Bengale, Tipaza.

ملخص

الحمى المالطية التي تسببه بروسلا ميليتنسيس لا يزال مصدر قلق كبير في الجزائر ، مما تسبب في العديد من الخسائر البشرية و الاقتصادية.

في دراستي اهتممنا بولاية تيبازة، و خاصة الست بلديات (تيبازة، عين تقورايت، بورككة، سيدي راشد، أحمر العين، و فوكة). درسنا مجموع 100 ماعز بما في ذلك 42 ذكور و 58 إناث من أصل 9 مزارع.

أظهرت النتائج معدل انتشار مصلي للقطيع بنسبة 33.33% وانتشار مصلي فردي بنسبة 3%.

يجب وضع تدابير وقائية وخطة رصد مناسبة للحد من العدد المقلق لحالات هذا المرض في المنطقة المستهدفة.

الكلمات المفتاحية : الحمى المالطية، الماعز، روز بنقال، تيبازة.

Abstract

Caprine brucellosis, caused by *B. melitensis*, is still a major concern in Algeria, causing numerous economic and human losses.

In our study, we focused on the wilaya of Tipaza, in particular the six communes (Tipaza, Ain Tagourait, Bourkika, Sidi Rached, Ahmerelain and Fouka). We studied a total of 100 goats, including 42 males and 58 females, from 9 farms. These were subjected to a serological study using the Rose Bengal test (RB).

The results showed a herd seroprevalence of 33.33% and an individual seroprevalence of 3%.

Prophylactic measures and an appropriate monitoring plan need to be put in place to reduce the alarming number of cases of this disease in the target region.

Key words : Brucellose, Caprine, Rose Bengale, Tipaza.

Table des matières

Remerciements	I
Dedicaces	II
Résumé	III
ملخص	IV
Abstract	V
Table des matières	VI
Liste des tableaux	IX
Liste des figures.....	X
Liste des abréviations	XI
Introduction	1
Partie bibliographique	1
Chapitre I : Généralités sur la brucellose caprine.....	2
1. Définition :	2
2. Synonymie :.....	2
3. Historique de la brucellose en Algérie :	2
4. Importance sanitaire et économique :.....	3
Chapitre II : Etiologie.....	5
1. Nomenclature et Classification :	5
2. Morphologie :.....	5
3. Caractères biochimiques :	6
4. Caractères antigéniques :.....	6
5. Caractères physicochimiques :	6
6. Action des antibiotiques :	7
Chapitre III : Pathogénie	9
1. Facteurs de virulence :	9
Chapitre IV : Symptômes et lésions	12
4.1. Manifestations cliniques.....	12
4.2. Lésions	13
Chapitre V : Epidémiologie.....	15

1. Epidémiologie descriptive :.....	15
1.1. Brucellose dans le monde :.....	15
1.2. Brucellose en Algérie :.....	16
2. Epidémiologie analytique :.....	20
2.1. Source d'infection:	20
2.2. Voies de pénétration :.....	20
2.3. Mode de transmission :.....	21
3. Epidémiologie sythétique:.....	22
Chapitre VI : Diagnostic.....	24
1. Diagnostic clinique:.....	24
2. Diagnostic différentiel :.....	24
3. Diagnostic expérimental:.....	24
3.1. Diagnostic direct ou bactériologique:.....	24
3.1.1. Prélèvements :	24
3.1.2. . Isolement de la bactérie :.....	25
3.2. Identification de la bactérie :	25
4. Diagnostic moléculaire :.....	26
5. Diagnostic sérologique :	26
5.1. L'Epreuve à l'antigène Tamponnée (EAT) :	27
5.2. Fixation du complément (FC) :	28
5.3. Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISA) :	28
6. Diagnostic allergique :.....	29
Chapitre VII : Prophylaxie	30
1. Prophylaxie sanitaire :	30
2. Prophylaxie médicale :	31
3. Stratégie de lutte :.....	32
4. Prophylaxie de la brucellose caprine en Algérie :	34
Partie expérimentale	38
I. Objectif de l'étude :	35

II. Matériels et méthodes :	35
1. La région d'étude :	35
2. Echantillon et caractéristiques des animaux et des élevages étudiés :	36
3. Période d'étude :	37
4. Prélèvements :	38
5. Fiche de renseignements :	41
6. Technique sérologique :	41
6.1. Intérêt clinique :	41
6.2. Principe :	42
6.3. Matériel et réactifs :	42
6.4. Protocole expérimental :	42
7. Analyse statistique :	44
III Résultats :	45
1. Séroprévalence individuelle de la brucellose caprine :	45
2. Séroprévalence cheptel de la brucellose caprine :	45
3. Répartition des cas de brucellose caprine par commune étudiée :	46
4. Facteurs de variations de la séroprévalence individuelle de la brucellose:	46
5. Facteurs de variation de la séroprévalence cheptel :	48
V. Conclusion et recommandations :	55
Références bibliographiques	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Espèces, biovars, et hôtes préférentiels de <i>Brucella</i>	5
Tableau 2 : Récapitulation des principales méthodes de diagnostic sérologique de la brucellose chez les ruminants.....	29
Tableau 3 : Nombre d'élevages et d'animaux en fonction des communes.....	36
Tableau 4 : Séroprévalence individuelle.....	45
Tableau 5 : Séroprévalence cheptel.....	45
Tableau 6 : Variation du taux d'infection en fonction du sexe.....	46
Tableau 7 : Variation du taux d'infection en fonction de l'âge.....	47
Tableau 8 : Variation du taux d'infection en fonction de la gestation.....	47
Tableau 9 : Variation du taux d'infection en fonction de la présence d'antécédents d'avortement	47
Tableau 10 : Variation du taux d'infection en fonction de mode d'élevage.....	48
Tableau 11 : Variation du taux d'infection en fonction de type d'élevage	48
Tableau 12 : Variation du taux d'infection en fonction d'avortement.....	48
Tableau 13 : Variation du taux d'infection en fonction d'introduction de nouveaux animaux.....	49

Liste des figures

Figure 1 : Avorton d'une chèvre	12
Figure 2 : Répartition de la brucellose animale dans le monde.....	15
Figure 3 : Répartition des foyers de brucellose caprine en Algérie année 2107.....	17
Figure 4: Évolution mensuelle du nombre de cas positifs durant la période 2009-2019.....	18
Figure 5 : Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose.....	19
Figure 6: Voies de contamination de l'homme par la brucellose.....	21
Figure 7: brucellose ovine et caprine : mode de transmission	22
Figure 8 : Carte géographique de la wilaya de Tipaza	35
Figure 9 : Les six communes étudiées de la wilaya de Tipaza.....	36
Figure 10: Identification avec des boucles individuelles des animaux étudiés (photos personnelles).....	37
Figure 11: Identification en fonction du sexe (photo personnelle).....	38
Figure 12: Tubes secs et aiguilles stériles (photo personnelle).....	38
Figure 13 : Préparation du tube sec, aiguille, le porte aiguille (photos personnelles).....	38
Figure 14 : Réalisation du prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire des animaux (photos personnelles)	39
Figure 15: Transport des prélèvements sanguins dans la glacière (photos personnelles)	39
Figure 16 : Prélèvements sanguins (photos personnelles).....	40
Figure 17 : Centrifugation (photo personnelle).....	40
Figure 18 : Séparation du sérum (photos personnelles).....	40
Figure 19: Collecte du sérum à l'aide d'une micropipette et des embouts à usage unique (photos personnelles).....	41
Figure 20 : Conservation des sérums dans les eppendorfs (photos personnelles).....	41
Figure 21: Sérums transvasés (photos personnelles).....	42
Figure 22 : Flacon d'antigène de Rose Bengale (photos personnelles)	42
Figure 23 : Les étapes de l'épreuve à l'antigène tamponnée (photos personnelles).....	43
Figure 24 : Résultats du test (photos personnelles).....	43
Figure 25 : Répartition des foyers de brucellose par commune.....	46

Liste des abréviations

B : *Brucella*

IgG: l'immunoglobuline de type G

IgM : l'immunoglobuline de type M

IgA : l'immunoglobuline de type A

CD : Cellule dendritique

BCV : *Brucella*- Containing Vacuole (vacuole contenant les *brucella*)

LPS : lipopolysaccharide

LPSs : lipopolysaccharide smooth (lisse)

LPSr : lipopolysaccharide rough (rugueux)

Bv : Biovar

CO₂ : dioxyde de carbone

H₂S: sulfure d'hydrogène

CMI : la concentration minimale inhibitrice

PCR : Polymérase Chain Reaction

FC : Fixation du complément

ELISA : Enzyme - Linked Immuno Sorbent Assay

EAT : Epreuve à l'Antigène Tamponné

RB : Rose Bengale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

DSV : Direction des Services Vétérinaires

FAO : Food and Agriculture Organization

MSPRH : Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Introduction

La brucellose est une maladie infectieuse, contagieuse, dont l'impact économique et sanitaire est considérable. *Brucella melitensis* étant l'agent presque exclusif de la brucellose caprine, est l'espèce la plus pathogène pour l'homme, Elle représente ainsi une menace sérieuse pour la santé humaine **(Corbel, 2006)**.

Classée parmi les zoonoses les plus répandues dans le monde, l'incidence la plus élevée est constatée au Moyen- Orient, dans la région de la Méditerranée, en Chine, en Inde, au Pérou et au Mexique, Actuellement, les pays d'Asie centrale et d'Asie du Sud-Est enregistrent la plus forte augmentation du nombre de cas, tandis que plusieurs pays d'Europe occidentale et septentrionale, le Canada, le Japon, l'Australie et la Nouvelle-Zélande semblent être indemnes de l'agent causal.

En Algérie, et depuis la tempête d'avortements à Ghardaïa causée par *B.melitensis* en 1984, un programme de lutte basé sur la prophylaxie sanitaire (dépistage/abattage) a été mis n place en 1995, mais a malheureusement échoué à contrôler la maladie, ce qui a conduit l'état algérien à adopter en 2006, une nouvelle approche prophylactique consistant à vacciner en masse les petits ruminants par le vaccin Rev 1 **(DSV, 2005 ; 2007)**. Depuis, une moyenne de 3 millions de têtes caprines ont été vaccinées chaque année, cela n'étant pas suffisant avec l'augmentation de l'effectif caprin qui a atteint les 5 millions de têtes en 2016. En effet, les services vétérinaires déclarent un taux d'infection de 17 % la même année et de 31 % en 2017 **(DSV, 2018)**.

La prévalence de la brucellose caprine reste mal connue en Algérie et peu d'études ont été réalisées sur cette maladie, malgré le danger sanitaire qu'elle présente, surtout en régions rurales non touchées par la vaccination. De plus, les populations rurales vivent en contact étroit avec leurs animaux et préfèrent généralement consommer du lait et des produits laitiers crus ou légèrement acidifiés, Ce qui représente la source principale d'infection humaine.

En 2013, 5234 cas humains ont été enregistrés avec une incidence annuelle de 15.2 (pour 100 000 habitants). **(MSPRH, 2014)**.

Sur ces faits, nous sommes intéressés à réaliser une étude sur les caprins de la wilaya de Tipaza qui avait pour objectif d'évaluer la séroprévalence de la brucellose caprine dans cette région et d'étudier les facteurs de variation liés à l'animal et à la conduite d'élevage.

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la brucellose

Chapitre I : Généralités sur la brucellose caprine

1. Définition :

C'est une maladie infectieuse, contagieuse, transmissible à l'homme et à de nombreuses espèces animales, due presque exclusivement à *Brucella melitensis* et affectant les organes de la reproduction (**Ganière, 2004**).

2. Synonymie :

Chez l'homme : Fièvre ondulante, fièvre de Malte, fièvre Méditerranéenne (**Corbel, 2006**), fièvre de Gibraltar, fièvre sudoro-algique, mélitococcie (**Acha et Szyfres, 2005**).

Chez l'animal : avortement contagieux, fièvre abortive, avortement infectieux, avortement épizootique (**Acha et Szyfres, 2005**).

3. Historique de la brucellose en Algérie :

La brucellose est une maladie zoonotique qui a une longue histoire en Algérie. Depuis les années 1930, la brucellose est une préoccupation majeure pour les éleveurs de bovins, de caprins et de moutons du pays (**Ducrottoy et al., 2015**). Les données historiques indiquent que la brucellose a été signalée pour la première fois en Algérie en 1947 (**Benkirane et al., 2016**).

Au cours des années 1950 et 1960, le nombre de cas de brucellose a augmenté en Algérie, et la maladie a été signalée chez de nombreux animaux, y compris les bovins, les caprins, les moutons et les chiens (**Boukraa et al., 2017**). En 1955, une épidémie de brucellose a été signalée chez des travailleurs d'un abattoir à Alger (**Béjaoui et al., 2012**). En 1960, une enquête a révélé que près de 40% des troupeaux de bovins de la région de Béjaia étaient infectés par la brucellose (**Hachani et al., 2013**).

Dans les années 1970, les autorités algériennes ont pris des mesures pour lutter contre la brucellose. Des programmes de vaccination ont été mis en place pour les animaux, et des mesures ont été prises pour sensibiliser les éleveurs à la maladie (**Megdoud et al., 2014**). Malgré ces efforts, la brucellose est restée un problème important en Algérie, avec un taux de prévalence élevé chez les bovins, les caprins et les ovins (**Bachir et al., 2017**).

Plus récemment, des études ont été menées pour mieux comprendre la situation de la brucellose en Algérie. En 2016, une enquête a révélé une prévalence de 16,7% chez les bovins, de 11,2% chez les caprins et de 9,6% chez les ovins (**Benkirane et al., 2016**). Une autre étude menée en 2019 a révélé une prévalence de 14,3% chez les bovins, de 8,2% chez les caprins et de 7,9% chez les ovins (**Ait-Oudhia et al., 2019**).

En conclusion, la brucellose est une maladie qui a une longue histoire en Algérie, avec des taux de prévalence élevés chez les bovins, les caprins et les ovins. Bien que des efforts aient été déployés pour lutter contre la maladie, il est clair que davantage d'actions sont nécessaires pour réduire la prévalence de la brucellose en Algérie.

4. Importance sanitaire et économique :

L'importance sanitaire :

Selon l'OMS la brucellose reste l'une des zoonoses les plus répandues dans le monde avec plus de 500000 cas humains signalés chaque année (Seleem et al., 2010 ; Pappas, 2006).

Dans la région circumméditerranéenne, le Proche et le Moyen-Orient, c'est *Brucella melitensis* qui est l'agent responsable de la plupart des cas cliniques sévères de brucellose humaine. La maladie peut entraîner des cas de mortalité, le plus souvent elle se traduit par un état débilitant aigu ou chronique ayant des conséquences sévères sur le développement économique et social (Benkirane, 2001).

La brucellose présente un risque professionnel en particulier pour les personnes vivant à proximité d'animaux ou les manipulateurs. Ceux-ci incluent les personnes qui travaillent avec les animaux de la ferme, en particulier les bovins, les ovins, les caprins et les porcins ; agriculteurs, ouvriers agricoles, éleveurs, bergers, tondeurs de moutons, chevriers, éleveurs de porcs, vétérinaires et inséminateurs sont à risque par contact direct avec des animaux infectés ou par exposition à environnement fortement contaminé.

Aussi, les personnes impliquées dans la transformation de produits d'origine animale peuvent être exposées à un risque élevé à la brucellose (abatteurs, bouchers, emballeurs de viande, transformateurs de peaux et de laine, équarrisseurs et ouvriers laitiers) (FAO, 2003).

Une autre catégorie importante comprend les techniciens de laboratoire qui peuvent être exposés à des échantillons contaminés et aux cultures de *Brucella*, que ce soit au cours des procédures de diagnostic ou de la production et l'utilisation de vaccins vivants (Corbel, 2006).

L'importance économique :

La brucellose est une maladie hautement contagieuse, dont l'impact économique sur le développement des industries animales est considérable, l'avortement semble occuper la première place des effets négatifs de la maladie sur le cheptel, suivie de la mortalité, de

l'infertilité, de la baisse de la production laitière, puis de l'allongement de l'intervalle entre les vêlages. Les coûts comprennent aussi le programme de prévention et le traitement des maladies humaines (**Radostits et al., 2000**).

Chapitre II : Etiologie

Chapitre II : Etiologie

1. Nomenclature et Classification :

Classification selon Bergey's manual of systematic bacteriology (Corbel et Banai, 2010; Ostermen et Moriyón, 2006) :

Classe I	Ordre VI	Famille III	Genre I
Alphaproteobacteria	Rhizobiaceae	Brucellaceae	Brucella

Tableau 1: Espèces, biovars, et hôtes préférentiels de *Brucella* (Laaberki, 2021).

<i>Brucella</i>	Hôte(s) préférentiel(s)	Pathogénicité pour l'Homme
<i>B. melitensis</i>	Ovins et caprins (3 biovars)	+++
<i>B. abortus</i>	Bovins (7 biovars)	++
<i>B. suis</i>	Biovar 1 : Porcs Biovar 2 : Porcs, sangliers, lièvres Biovar 3 : Porcs Biovar 4 : Rennes et caribous Biovar 5 : Rongeurs	+++ +/- +++ + Inconnue
<i>B. ovis</i>	Ovins (épididymite contagieuse du bélier)	Non pathogène
<i>B. canis</i>	Chiens	+/-
<i>B. neotomae</i>	Rongeurs (Neotoma du désert, Etats-Unis)	(1 cas décrit)
<i>B. microti</i>	Rongeurs (Campagnol des champs, Europe centrale)	Inconnue
<i>B. ceti</i>	Cétacés	+/-
<i>B. pinnipedialis</i>	Phoques	
<i>B. inopinata</i>	Humain	(2 cas décrits)
<i>B. vulpis</i>	Renard	Inconnue
<i>B. papionis</i>	Babouin	Inconnue

Les espèces les plus pathogènes pour l'homme sont *B. melitensis*, *B. abortus*, *B. suis* ainsi que *B. neotomae* et *B. canis* mais d'une façon modérée (Godfroid et al., 2010).

2. Morphologie :

Les bactéries du genre *Brucella* sont des coccobacilles à Gram négatif (bâtonnets courts) mesurant environ 0,6 à 1,5 µm par 0,5 à 0,7 µm, non sporulées, non capsulées, sans flagelles et ne sont donc pas mobiles, elles ne sont pas décolorées par l'acide acétique (coloration de Stamp), ce qui indique une acido-résistance liée aux lipides de la proi (Lavigne et al., 2011 ; Maurin, 2007).

La membrane cellulaire externe ressemble beaucoup à celle des autres bacilles à Gram négatif avec un composant dominant lipopolysaccharide (LPS) et trois groupes principaux de protéines. La teneur en guanine plus cytosine de l'ADN est de 55-58 moles/ cm. Aucune

espèce de *Brucella* ne possède de plasmides naturels bien qu'ils acceptent facilement les plasmides à large spectre d'hôtes (**Alton et Forsyth, 1996**).

3. Caractères biochimiques :

Brucella spp sont des bactéries aérobies strictes à catalase et oxydase positives (sauf *B. ovis* et *B. neotomae*).

Ces bactéries ne fermentent pas le sucre et la majorité des autres caractères métaboliques sont négatifs (production d'indole, réaction Voges- Proskauer, citrate de Simmons... etc), en revanche *Brucella* spp ont une nitrate réductase positive sauf *B.ovis*.

Du fait d'une faible réactivité biochimique, l'identification de ces bactéries par les méthodes phénotypiques usuelles est difficile. L'utilisation de galeries d'identification de type API-NE peut conduire à une fausse identification de *Moraxella phenylpyruvica* (**Lavigne et O'callaghan, 2011 ; Boschioli et al., 2001**).

4. Caractères antigéniques :

Un nombre important de composants antigéniques de *Brucella* ont été caractérisés. Cependant, l'antigène le plus important est le lipopolysaccharide (LPS) qui est caractérisé par une variation de phase lisse ou «smooth» (LPS- S) et rugueuse ou «rough» (LPS-R) (**Corbel, 2006 ; Lapaque et al., 2005 ; Bundle et Perry, 1990**).

L'antigène A prédomine chez *B.abortus* et *B.suis*, tandis que l'antigène M est l'antigène majeur chez *B.melitensis* (**Samadi et al., 2010**).

5. Caractères physicochimiques :

Résistance :

Dans les conditions favorables les *Brucella* peuvent survivre dans leur environnement pendant de très longues périodes, leur capacité à résister à l'inactivation dans le milieu naturel est relativement élevée par rapport à la plupart des autres groupes de bactéries pathogènes non sporulantes.

Elles peuvent survivre dans l'eau pendant 10 à 70 jours selon la température. La survie est prolongée à basse température et elles resteront viables pendant de nombreuses années dans les tissus congelés.

Elles survivent dans les déjections des bovins pendant au moins 120 jours, dans les fœtus avortés pendant au moins 75 jours, dans les exsudats utérins pendant au moins 200 jours et

dans le purin pendant une période pouvant aller jusqu'à 2 ans et demi si la température est maintenue autour de 0°C (**comité mixte FAO/OMS d'experts de la brucellose, 1986**).

Inactivation :

En suspension diluée les microorganismes du genre *Brucella* sont facilement tués par la chaleur.

Les suspensions de microorganismes très denses comme celles qui sont employés pour la préparation des antigènes ou dans certaines opérations de typage nécessitent un traitement thermique répété ou des températures proches du point d'ébullition pour les rendre inoffensives.

Elles sont sensibles aux radiations ionisantes à des doses stérilisantes normales à condition de veiller à ce que l'exposition soit complète (**comité mixte FAO/OMS d'experts de la brucellose, 1986**).

Elles sont aussi sensibles à de nombreux désinfectants à savoir : hypochlorite de sodium à 1%, éthanol à 60 %, solution d'iode et d'alcool, glutaraldéhyde et formaldéhyde.

Sensibles à la chaleur humide (121 °C pendant au moins 15 minutes), à la chaleur sèche (160-170°C pendant au moins 1h).

La pasteurisation à ébullition ou à haute température tue *Brucella* dans le lait. Idéalement, tout le lait produit dans les zones où la brucellose est présente devrait être pasteurisés. Si aucune installation de pasteurisation n'est disponible, le lait doit être chauffé à une température minimale de 80 à 85°C et maintenu à cette température pendant au moins plusieurs minutes, ou bouilli. Ceci devrait s'appliquer à tout le lait destiné à la consommation humaine, qu'il soit bu sans transformation ultérieure ou utilisé pour la fabrication d'autres produits alimentaires (**Corbel, 2006**).

6. Action des antibiotiques :

La plupart des molécules antibiotiques font preuve in vitro d'une activité satisfaisante sur *Brucella*.

Le critère de la concentration minimale inhibitrice (CMI) qui apprécie l'effet antibactérien des concentrations antibiotiques usuellement obtenues dans le sérum ne peut être transporté en clinique puisque *Brucella* est avant tout intratissulaire et intracellulaire. Une CMI satisfaisante in vitro est une condition nécessaire pour espérer l'efficacité d'une molécule donnée, mais elle n'est pas suffisante. Une bonne diffusion intracellulaire de l'antibiotique et sa présence

sous forme active dans les organites hébergeant *Brucella* sont indispensables. Ceci étant, il s'avère que certaines molécules ne possédant qu'un faible pouvoir de diffusion intracellulaire mais douées d'une action bactéricide puissante dans le sérum et les liquides interstitiels, peuvent jouer un rôle adjuvant important par leur action sur la part circulante de l'inoculum bactérien, surtout si elles font preuve d'une excellente synergie avec les autres antibiotiques (Janbon, 2000).

Chapitre III : Pathogénie

Chapitre III : Pathogénie

1. Facteurs de virulence :

Les *Brucella* possèdent plusieurs facteurs de virulence qui leur permettent d'envahir et de coloniser l'hôte. Parmi ces facteurs, il y a la capacité des bactéries à résister aux conditions défavorables dans l'environnement intracellulaire de l'hôte (**Raju et al., 2019**). Les bactéries peuvent également former des biofilms qui les protègent des défenses immunitaires de l'hôte et des traitements antibiotiques (**Al Dahouk et al., 2013**).

De plus, les *Brucella* produisent des protéines d'adhésion qui leur permettent de se lier aux cellules de l'hôte et de pénétrer à l'intérieur de celles-ci (**Raju et al., 2019**). Les bactéries possèdent également un système de sécrétion de type IV qui leur permet de libérer des facteurs de virulence dans l'environnement intracellulaire de l'hôte, facilitant ainsi leur survie et leur multiplication (**Raju et al., 2019**).

En outre, les *Brucella* sont capables de moduler la réponse immunitaire de l'hôte, en inhibant la présentation de l'antigène et la production de cytokines, ce qui peut retarder la reconnaissance de l'infection par le système immunitaire de l'hôte (**Raju et al., 2019**).

2. Les phases de l'infection:

Voies de pénétration:

Les principales voies de pénétration des *Brucella* sont les muqueuses de l'oropharynx, de la conjonctive, des voies respiratoires supérieures et les voies génitales. La voie cutanée en fait également partie, surtout si la peau est lésée (**Garin-Bastuji, 2003; Godfroid, 2003**).

Etapas de l'infection: la phase d'incubation est d'une durée qui varie de 1 à 4 semaines (**Lavigne et O'callaghan, 2011**).

La phase aigue: au cours de laquelle l'agent pathogène se dissémine dans les tissus de l'hôte.

Les études chez l'animal suggèrent que les *Brucella* envahissantes sont rapidement phagocytées par les leucocytes polynucléaires (**Alton et Foryth, 1996**).

Au début de l'infection, le LPS- aide à bloquer le développement de l'immunité innée et spécifique, il protège l'agent pathogène des activités microbicides du système immunitaire et a un rôle dans l'entrée et l'évasion immunitaire de la cellule infectée (**Porte et al., 2003 ; Lapaque et al., 2005**).

Dans les cellules phagocytaires mononucléées, *Brucella* réside dans une vacuole spéciale (*Brucella*-containing vacuole, BCV), qui se transforme en un compartiment répliatif ou brucellome (**Adams et al., 2015**).

Les brucelles se dissémine ensuite à partir du tissu lymphoïde régional approprié au point d'entrée et se localise dans certains organes cibles tels que les ganglions lymphatiques, la rate, le foie, la moelle osseuse (surtout chez les animaux) et les organes de reproduction à cause de la présence de méso-érythritol dans les testicules et les vésicules séminales des béliers et boucs, ainsi que dans les produits de la conception des ruminants gravides, ce qui provoque une multiplication considérable des brucelles. L'érythriol représente un puissant facteur de localisation chez les espèces concernées mais il est absent chez l'homme (**Alton et Forsyth, 1996**).

La phase chronique:

Résulte de la capacité de l'organisme à persister dans les cellules de l'hôte dans lesquelles les brucelles sont distribuées par l'intermédiaire du système réticulolymphocytaire, afin de provoquer des maladies cardiovasculaires, hépatiques, réticulolymphocytaires, neurologiques et ostéoarticulaires (**Adams et al., 2015**).

3. Réponse immunitaire:

Brucella est un agent pathogène, qui induit chez son hôte une réponse immunitaire humorale mais également, du fait de son tropisme intracellulaire, une réponse immunitaire à médiation cellulaire (**Godfroid, 2003**).

4. Réponse humorale:

L'organisme infecté par les *Brucella* élabore une réponse humorale avec synthèse d'anticorps, d'abord immunoglobuline IgM, puis IgA et IgG, ces derniers persistent longtemps. Ces anticorps n'ont probablement que peu d'effet protecteur mais sont utiles comme témoins diagnostiques (**Janbon, 2000**).

5. Réponse cellulaire:

L'immunité cellulaire implique le développement de lymphocytes T cytotoxiques spécifiques et l'activation de macrophages, renforçant leur activité bactéricide, par la libération de cytokines à partir de lymphocytes T auxiliaires.

La participation importante des lymphocytes T à la réponse immunitaire a pour corollaire l'apparition d'une sensibilisation, avec phénomène d'hypersensibilité retardée. Celle-ci peut être à l'origine de réactions caractéristiques de la phase tardive de la brucellose (**Janbon, 2000**).

Chapitre IV : Symptômes et lésions

Chapitre IV : Symptômes et lésions

4.1. Manifestations cliniques :

Après une incubation dont la durée varie de 14 à 180 jours, la brucellose touche aussi bien les femelles que les mâles.

Chez la femelle:

L'avortement:

Le principal symptôme de la brucellose caprine est l'avortement, se produisant le plus souvent au cours du dernier trimestre de gestation. (Mekkonen, 2015; Radostitts et al., 2007; Acha et Szyfres, 2005).



Figure 1 : Avorton d'une chèvre

(https://www.scaprin26.com/site_content/14-maladies)

Les taux d'avortement au sein des troupeaux varient considérablement dans les troupeaux qui n'ont jamais été en contact avec l'agent pathogène, il est compris entre 50 et 70%

Les chevreaux nés de femelles brucelliques sont plus faibles que les chevreaux sains et peuvent mourir peu après la naissance (Godfroid. et al., 2003). Les avortements explosent lorsque des animaux infectés sont introduits dans le troupeau.

La rétention placentaire :

La rétention des enveloppes fœtale se produit non seulement après un avortement, mais aussi après une mise bas apparemment normale, et se caractérise par une délivrance manuelle pénible, avec des membranes fragiles et des adhérences cotylédonaire difficiles à rompre. Le liquide amniotique est trouble, grumeleux et de couleur chocolat (Craplet . et Thibier., 1973).

Métrite brucellique:

La métrite peut également survenir à la suite d'un avortement. On observe des sécrétions mucoïdes rouge-brunes et des exsudats grumeleux blanchâtres pendant environ un mois. Généralement, des bactéries de contamination croisée, souvent des streptocoques et *E. coli*, provoquent cette métrite. Les cas les plus graves sont aigus et peuvent entraîner une septicémie ou la mort. Le plus souvent, l'infection devient chronique et conduit à l'infertilité, surtout si l'infection se propage aux trompes de Fallope et affecte la fonction ovarienne. Les échecs de reproduction sont fréquents chez ces animaux et il n'est pas rare que les intervalles entre les naissances soient trois fois plus long (Radostits. et al. 2000).

Mammite brucellique:

Les symptômes fonctionnels sont de type chronique : modification de l'aspect du lait (grumeaux, caillots de fibrine) et diminution de la production. (Guerin., 2000).

Chez les femelles non gravides :

Les chèvres non gravides sont sensibles à une infection chronique qui peut les atteindre sans qu'elles ne produisent de symptômes cliniques, mais qui constituent un risque pour les autres animaux du cheptel (Acha et Szyfres, 2005).

Chez le mâle:

Diminution de l'ardeur génésique : Elle est liée à l'apparition d'une orchite.

Orchite: l'orchite et l'épididymite peuvent se produire.

D'autres symptômes peuvent être observés tels que: les arthrites, hygromas, fièvre, dépression, perte de poids, boiterie (Pugh et Baird, 2012).

4.2. Lésions :

D'une façon générale, des altérations histopathologiques spécifiques, qui sont variables et inconstantes, peuvent être rencontrées dans les organes d'animaux morts de brucellose.

Les avortements causés par *B. melitensis* sont généralement accompagnés de placentite, les cotylédons peuvent être normaux, rouges, jaunes ou nécrotiques. La rate et / ou le foie peuvent être hypertrophiés et les poumons peuvent présenter une pneumonie et une pleurésie fibreuse (Samadi et al., 2010).

Sur le fœtus, les lésions les plus caractéristiques s’observent dans les poumons, on note une infiltration alvéolaire et interstitielle diffuse, un œdème interlobulaire et pleural ainsi qu’une congestion vasculaire (**Constable et *al.*, 2016**).

Chapitre V: Epidémiologie

Chapitre V : Epidémiologie

1. Epidémiologie descriptive :

1.1. Brucellose dans le monde :

La brucellose caprine est présente dans cinq sur sept continents du monde (Amérique du Sud, Amérique du Nord, l'Europe, l'Asie et l'Afrique) (Rosssetti et al., 2017 ; Benkirane, 2006).

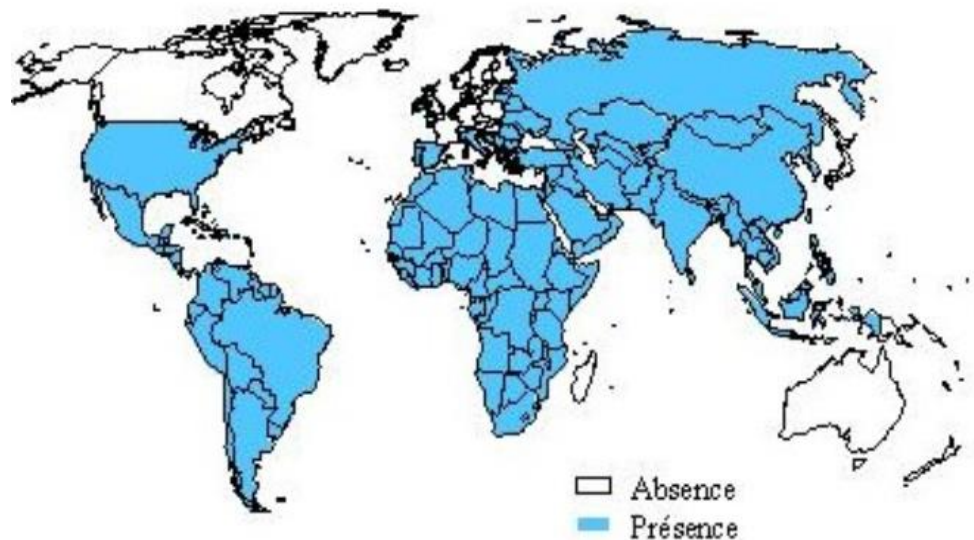


Figure 2: Répartition de la brucellose animale dans le monde (Garin-Bastuji, 2004).

La brucellose est une maladie d'importance et de répartition mondiales. Bien que la maladie soit endémique dans la plupart des régions du monde, l'incidence et la prévalence signalées de la maladie varient considérablement d'un pays à l'autre. (O.I.E., 2009).

En Amérique :

Brucella melitensis a probablement été introduire vers le seizième siècle, via les chèvres et les moutons infectés des conquérants espagnols et portugais (Peirera et Amorim, 2010). Aujourd'hui, *B.melitensis* est endémique dans certaines régions du Mexique, du Pérou et de l'Argentine (Benkirane, 2006), et a également été signalé dans l'Equateur et Venezuela (Poulsen et al., 2014 ; Javitt et al., 2008).

La brucellose caprine est apparemment absente en Amérique centrale, en Bolivie, au Paraguay et au Brésil, bien que cette situation épidémiologique ne soit pas confirmée (OIE, 2009).

Les troupeaux de chèvres provenant des États-Unis, du Canada, de Colombie, du Chili et d'Uruguay sont indemnes d'infection par *B. melitensis*, et les cas humains dans ces pays sont

clairement associés à des voyageurs internationaux ou à des aliments infectés importés de régions endémique (**Pappas et al., 2006**).

En Europe :

Malgré les grands efforts communs d'élimination de *B. melitensis* des troupeaux de chèvres en Europe, la maladie est toujours présente au Portugal, en Espagne, en France, en Italie, dans les Balkans, en Bulgarie et en Grèce. Les pays d'Europe du Nord et d'Europe centrale comme le Royaume-Uni, la Belgique, les Pays-Bas, le Danemark, l'Allemagne, l'Autriche, la Suisse, la République tchèque, la Hongrie, la Pologne, la Roumanie, la Suède, la Norvège et la Finlande, entre autres, sont officiellement indemnes de la maladie (**OIE, 2009**).

En Asie :

En Asie, la brucellose est largement répandue. À l'exception du Japon et la Corée du Sud, où la maladie n'a jamais été signalée.

La brucellose caprine est officiellement reconnue dans plusieurs pays du continent, tels que la Turquie, la Jordanie, l'Irak, l'Iran, l'Arménie, la Géorgie et l'Afghanistan ainsi que la Russie et la Mongolie. Elle est endémique dans des pays comme la Syrie, le Liban, l'Inde, la Chine, l'Indonésie, le Myanmar, etc., où aucune information publique n'est disponible. (**Gwida et al., 2010 ; OIE, 2009 ; Benkirane 2006**).

En Afrique :

En Afrique, la brucellose caprine est endémique dans les pays méditerranéens tels que le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye et l'Égypte, ainsi que dans les pays situés à l'est du continent, tels que le Soudan, l'Érythrée, l'Éthiopie, la Somalie, le Kenya, et en Tanzanie. Malheureusement, aucune information n'est disponible des pays d'Afrique centrale et occidentale comme le Tchad, le Congo, l'Angola, la Zambie, le Cameroun, le Mali, la Côte d'Ivoire, la Guinée et le Sénégal, entre autres, où les chèvres sont abondantes (**OIE, 2012**).

1.2. Brucellose en Algérie :

La brucellose occupe une place importante parmi les zoonoses déclarées en Algérie (**INSP, 1990-2017**) et a de graves conséquences en santé publique (**OIE, 2012 ; OIE, 2013**).

Les premières études réalisées en Algérie sur la brucellose animale remontent à 1907, l'année où elle a été rapportée chez les chèvres maltaises importées. De ce fait un arrêté interdisant leur importation a été mis en place (**Sergent et al., 1908**).

Partie bibliographique

Aucune autre étude sur les chèvres n'a été effectuée en Algérie depuis lors, mais en 1984, une tempête d'avortements alarmante a éclaté à Ghardaia et a été associée à plus de 600 cas humains de brucellose signalés. **(Benkirane, 2006; Cherif et al., 1986).**

Ce qui a incité les autorités vétérinaires à mettre en place un programme national de lutte, en 1995, basé sur une prophylaxie sanitaire. Pourtant, une décennie plus tard, l'enzootie sévissait toujours dans nos élevages et engendrait des milliers de cas humains. Un nouveau programme a été installé progressivement chez les petits ruminants, à partir de 2006, basé sur une vaccination de masse avec le vaccin Rev-1. Actuellement, des taux d'infection moyens de 1% et de 5% sont déclarés par les services vétérinaires, chez les bovins et les caprins, respectivement, avec des prévalences variables d'une région à une autre. En parallèle, la brucellose humaine occupe la première place dans les zoonoses à déclaration obligatoire, avec une moyenne de 5000 cas humains déclarés annuellement. Ce qui vaut à l'Algérie la dixième place au monde, selon l'OIE **(OIE, 2006).**

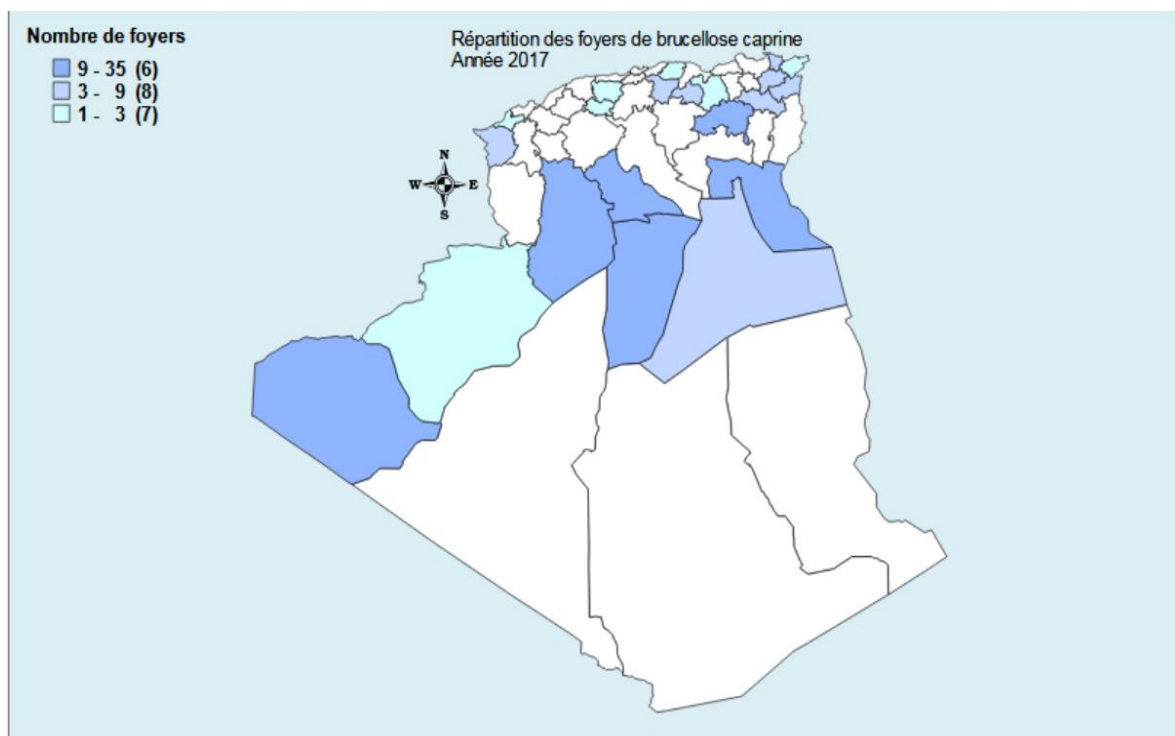


Figure 3 : Répartition des foyers de brucellose caprine en Algérie année 2017 (DSV, 2017).

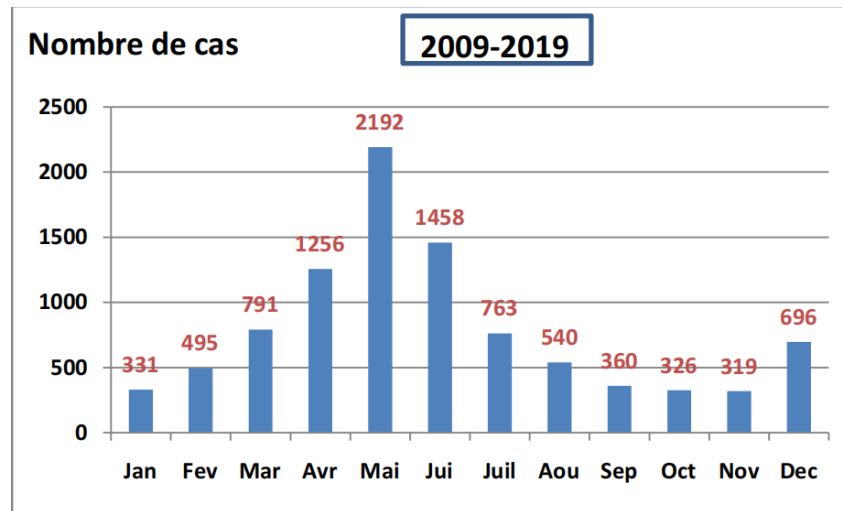


Figure 4 : Évolution mensuelle du nombre de cas positifs durant la période 2009-2019 (DSV, 2019).

La figure 4 montre que de 2009 à 2019 le nombre des foyers brucelliques ainsi que le nombre des cas positifs évoluent par des variations nettes. Le nombre des foyers varie entre 55 et 304 et celui des cas positifs entre 326 et 2192 cas.

L'histogramme montre que le nombre de foyers et de cas positifs augmentent

significativement durant le deuxième trimestre (Avril- Mai – juin) puis ils reviennent à la baisse de nouveau au mois de juillet pour se stabiliser jusqu'au dernier mois de l'année c'est-à-dire le mois de décembre où il ré-augmente considérablement.

La période épidémique observée se situerait au cours du printemps en débordant un peu sur la saison estivale. En effet, si on examine l'évolution du taux d'incidence mensuel durant la décennie 2009-2019, on remarque une hausse des pourcentages en début d'année avec une période épidémique durant le printemps à savoir, 2,95% en mars, 3,19% en avril et 3,14% en mai. Le taux d'incidence entame par la suite une diminution progressive pour le reste pour les autres mois. A cet égard, il faut rappeler que les périodes de printemps et d'automne correspondent aux chevrotages et aux agnelages et de ce fait, la production lactée est à son maximum. Durant cette même période, une consommation accrue en lait cru et fromage frais, par les populations locales, particulièrement celles du Sud du pays, a été observée. De plus, le contact très étroit des professionnels de l'élevage avec les animaux favorise la transmission de la maladie (DSV, 2019).

Ces taux de foyers et des cas de brucellose très élevés indiquent que le cheptel algérien (toutes espèces confondues), est très contaminé. A ce propos, il faut rappeler, que les mesures d'assainissement contre la brucellose ne concernent qu'une partie infime de l'ensemble du cheptel national. En effet, les taux de séroprévalence animale retrouvés chez les caprins sont

significativement plus élevés que ceux observés chez les ovins dans plusieurs études (**Sidhoum, 2019**). Ceci est dû au fait que *Brucella melitensis* est une souche bactérienne très pathogène dans l'espèce caprine et peut infecter d'autres espèces animales (**Acha et Szyfres, 2005 ; Bosilkovski, 2015**). En 2017, Le taux de brucellose bovine enregistré est de 9,62%, nettement moins important que celui de la brucellose caprine (31%) (**DSV, 2019**).

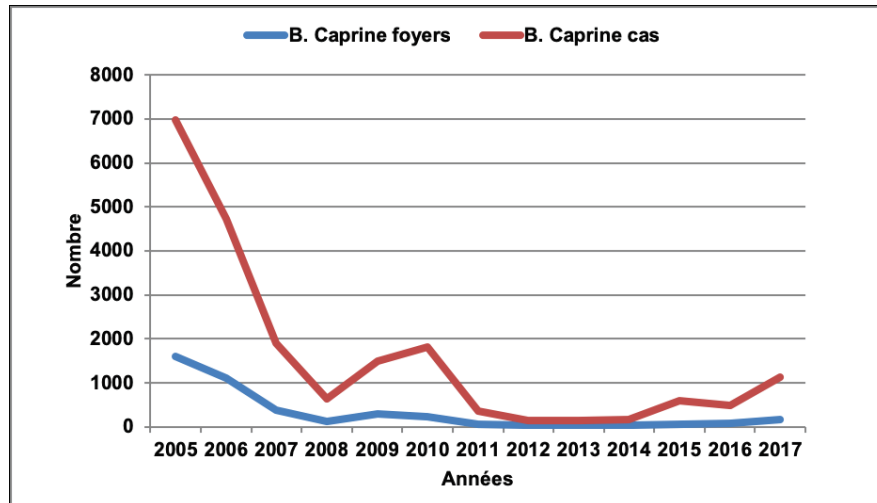


Figure 5 : Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose caprine à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (**DSV, 2018**).

Les données rapportées par la DSV (2018) (sur l'espèce caprine, mettent en évidence des taux d'infections moyens de 5,74% 174 foyers en 2009 contre 230 foyers en 2010. Il a été constaté par ailleurs, une régression des opérations d'assainissement depuis le lancement de la vaccination chez les petits ruminants (**MADR, 2005**). Il est à signaler également, que 78,5% du total des foyers de brucellose caprine déclarés durant 2010 ont été enregistrés dans les wilayas de Béchar et El Bayadh. Au courant de l'année 2011, il a été noté une diminution de moitié du taux d'infection caprine (6,59%). En fait, la maladie n'a pas régressé, la situation sanitaire est demeurée la même, il s'agit toujours, d'une diminution des opérations de dépistage de la maladie, suite à la suppression de l'obligation du dépistage systématique de cette maladie dans les cheptels (**DSV, 2008**). Ceci est également observé durant les années suivantes, puisque la situation s'aggrave et, le nombre de foyers passe de 164 en 2016 à 289 en 2017. Le nombre de cas de brucellose caprine a également doublé, passant de 481 à 1128 durant ces mêmes années. En outre, il faut savoir que 58% des foyers enregistrés durant l'année 2013 ont été déclarés dans les wilayas d'Ouargla, Ghardaïa et Ain Témouchent. Ces taux restent très élevés malgré les opérations d'assainissement et le lancement de la vaccination chez les petits ruminants depuis 2005 (**MADR, 2005**), et paraissent négligeables eu égard, au nombre important d'ovins et de caprins dans le pays. Par ailleurs, il faut noter

que dans les bulletins sanitaires émis par les services concernés, le nombre de foyers dépistés et ceux atteints de brucellose ne sont jamais signalés. De même, aucun cas d'avortement n'est déclaré comme stipulé dans les textes réglementaires (**MADR, 1996**). La situation sanitaire ne semble pas s'améliorer, concernant l'évolution du nombre de foyers de brucellose bovine et caprine au niveau national. En effet, on observe une recrudescence du nombre à partir de 2014, et particulièrement chez les bovins. Cet état de fait, est probablement dû à un relâchement du suivi sanitaire de la brucellose et ce, à cause de la crise sanitaire à l'échelle nationale, due à l'épizootie de la fièvre aphteuse chez les bovins et de la peste chez les petits ruminants (**OIE, 2017**).

2. Epidémiologie analytique :

2.1. Source d'infection:

Dans un troupeau d'animaux sains, la principale source d'infection est l'introduction d'un animal infecté excréteur de *B.melitensis* soit par voie génitale ou/ et dans le lait (**Constable et al., 2016**).

L'excrétion peut se faire aussi dans l'urine et les fèces d'animaux infectés (**Smith et Sherman 2009, Alton et al., 1984**).

➤ Excrétion par voie génitale :

Les animaux sont exposés à l'infection par le grand nombre de bactéries excrétées dans les produits d'avortement, le fœtus, le placenta, et les sécrétions vaginales des femelles infectées (**Diaz, 2013; Blasco, 2010; Smith et Sherman, 2009; Alton et al., 1984**).

L'excrétion dans le sperme est possible, mais la transmission vénérienne de *B.melitensis* est rare (**Mekkounen, 2015**).

➤ Excrétion dans le lait :

La majorité des chèvres infectées pendant la gestation excréteront l'organisme, lors de la lactation suivante, alors que d'autres l'excrèteront dans toutes les futures lactations (**Constable et al., 2016**).

2.2. Voies de pénétration :

L'infection des caprins se produit principalement par :

- ◆ Voie aérienne : C'est la voie principale de pénétration, elle se fait via le nasopharynx (**Grillo et al., 1997 ; megid, 2010**), par inhalation d'aérosols contaminés (**Acha et Szyfres, 2005**).
- ◆ Voie orale : par ingestion des microorganismes contenus dans l'herbe, le fourrage, ou l'eau de boisson, ainsi par le léchage d'avorton et ses produits contaminés (**Acha et Szyfres, 2005**).
- ◆ Voie cutanée : via les abrasions de la peau, (**Smith et Sherman, 2009 ; Godfroid et al., 2005**) et même lorsque la peau est intacte, mais l'importance de cette voie de pénétration dans l'infection naturelle est inconnue (**Acha et Szyfres, 2005**).
- ◆ Voie conjonctivale : les germes traversent facilement la muqueuse conjonctivale, lors de projection de gouttelettes virulentes (**Ganière, 1990**).

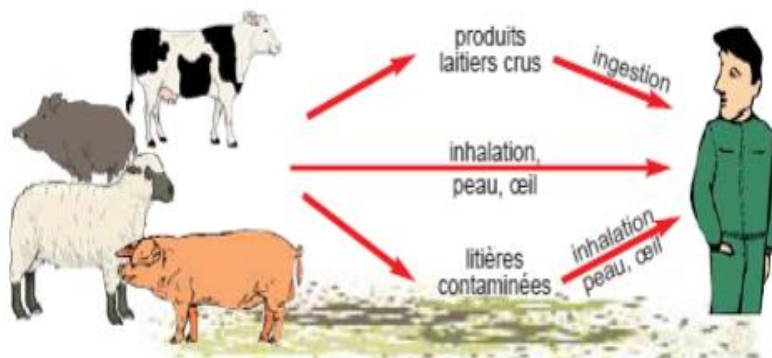


Figure 6 : Voies de contamination de l'homme par la brucellose.

2.3. Mode de transmission :

La transmission entre animaux peut être directe, de manière horizontale et verticale, ou indirecte à partir de l'environnement.

Lorsqu'il n'y a pas d'avortement, la contamination verticale peut se faire in utero ou lors d'ingestion du colostrum et du lait contaminé, par les nouveau-nés induisant une infection latente (**Constable et al., 2016 ; Diaz, 2013 ; Grillo et al., 1997**).

La transmission horizontale se produit par ingestion d'aliments contaminés, pénétration cutanée, via la conjonctive, par inhalation, et contamination de la mamelle pendant la traite ou en léchant les matières fécales d'un animal, d'un veau nouveau-né ou d'une membrane foetale (**Mekkonen, 2015 ; Radostits et al., 2000**).

La bactérie a la capacité de survivre plusieurs mois à l'extérieur, en particulier par temps froid et humide, ou elle reste contagieuse pour les autres animaux, principalement par ingestion (**Diaz, 2013 ; Blasco, 2010**).

L'homme est souvent infecté par contact direct avec des animaux infectés ou par consommation de lait cru infecté ou de produits laitiers non pasteurisés comme les fromages à pâte molle de chèvre (**Megid et al., 2010 ; Corbel, 2006 ; Acha et Szyfres, 2005**).

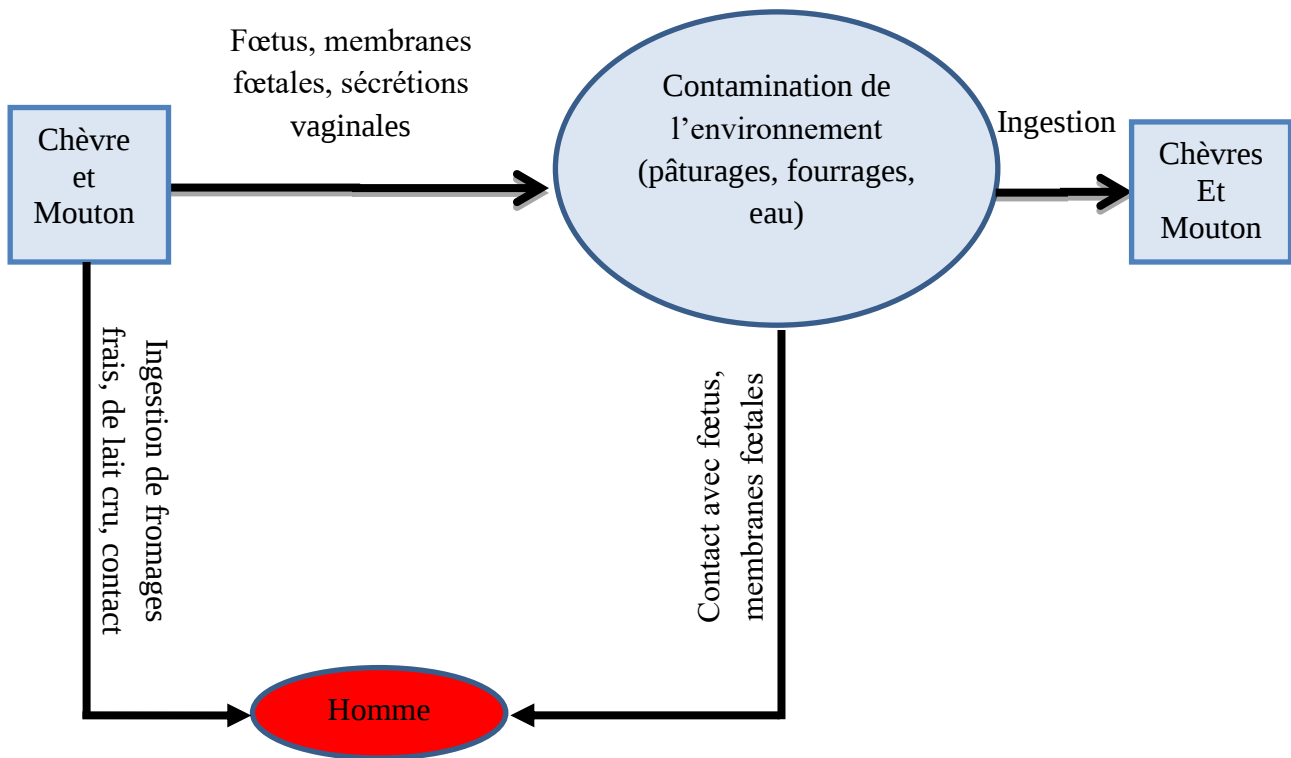


Figure 7: brucellose ovine et caprine : mode de transmission (**Acha et Szyfres, 2005**).

3. Epidémiologie sythétique:

- Les échanges commerciaux, le prêt des bœufs, et surtout la transhumance jouent un rôle important dans la contamination des troupeaux indemnes.
- Les séjours des animaux dans des pâtures ou des bergeries contaminées sont également à incriminer.
- Classiquement, en milieu initialement indemne, la maladie se caractérise par des avortements nombreux la première année. Les avortements deviennent rares l'année suivante disparaissent ensuite. En réalité, l'infection persiste, expliquant la réapparition des avortements au bout de quelques années en raison de l'augmentation du nombre des animaux

sensibles que constituent les générations de remplacement et donnant ainsi un aspect cyclique à la maladie.

- Dans les régions anciennement infectées (cas des régions méditerranéennes), la brucellose évolutive accompagnée d'avortements est remplacée peu à peu par une brucellose latente, sans symptomatologie perceptible ou révélée par des avortements isolés ou survenant par petites flambées cycliques (**Ganière, 2004**).

Chapitre VI : Diagnostic

Chapitre VI : Diagnostic

1. Diagnostic clinique:

Le principal signe de suspicion de la brucellose animale est l'avortement (**Ganière, 2004**). Dans les infections expérimentales, une réaction systémique se produit avec fièvre, dépression, perte de poids et parfois diarrhée. Ces signes peuvent également se produire lors d'infections naturelles aiguës chez les chèvres et elles s'accompagnent de mammites, d'hygromas et de boiteries; cependant ils sont rares dans la maladie naturelle et leur apparition dans la maladie expérimentale reflète une très forte dose.

Dans de nombreux cas, l'infection à *B. melitensis* atteint une incidence élevée chez un groupe d'animaux sans signes évidents de maladie, et sa présence peut être indiquée en premier lieu par l'apparition de la maladie chez l'homme infecté par le troupeau (**Constable et al., 2016**).

En réalité, les signes de la brucellose ne sont pas pathognomoniques chez les animaux, seul un recours au laboratoire permet un diagnostic de certitude de brucellose (**Godfroid et al., 2013 ; Ganière, 2004**).

2. Diagnostic différentiel :

Les avortements brucelliques sont à différencier des avortements d'origine nutritionnelle (toxémie de gestation...), avortements d'origine infectieuse (chlamydophilose, salmonellose, fièvre Q, listériose, campylobactériose, mycoplasmoses, leptospirose...), avortements d'origine parasitaire (toxoplasmose causée par le parasite *Toxoplasma Gondii*...) (**Ganière, 2004**).

3. Diagnostic expérimental:

3.1. Diagnostic direct ou bactériologique:

3.1.1. Prélèvements :

Les échantillons de choix pour le diagnostic de la brucellose chez les animaux vivants sont les sécrétions génitales (écouvillonnage vaginal en zone péri-cervicale) et le lait, incluant l'excrétion mammaire et génitale. Les avortons (contenu stomacal, poumon et rate) ainsi que les annexes placentaires sont également des échantillons potentiellement intéressants, car ils sont souvent riches en *Brucella*. Cependant, ils sont souvent contaminés par la flore de l'environnement, ce qui les rend moins fiables pour le diagnostic en laboratoire (**Garrin-Bastuji, 2003**).

Les prélèvements sur la carcasse incluent les testicules en cas d'orchite chez le mâle, la rate et les ganglions lymphatiques (rétro-mammaire, parotidien, mandibulaire et rétro-pharyngien), qui sont les échantillons les plus pertinents (**Garrin-Bastuji, 2003**).

Pour le dépistage sérologique, il est recommandé de prélever individuellement du sang sur les ovins âgés de 6 mois et plus (**Ganière, 2004**).

3.1.2. . Isolement de la bactérie :

Le diagnostic bactériologique de *B. melitensis* peut être réalisé au moyen de l'examen microscopique de frottis colorés prélevés par écouvillonnage vaginal ou à partir des placentas ou des foetus avortés (méthode de Stamp). Cependant, l'isolement de *B. melitensis* sur un milieu de culture approprié est recommandé pour un diagnostic précis. L'excrétion vaginale de *B. melitensis* est généralement abondante et persiste plusieurs semaines après l'avortement, tout comme l'infection du pis (**Alton, 1990**). Aussi, le prélèvement par écouvillonnage vaginale et d'échantillon de lait constitue le meilleur moyen afin d'isoler *B. melitensis* chez les ovins et les caprins.

La rate et les ganglions lymphatiques (iliaques, supramammaires et pré-fémoral) sont les meilleurs sites pour obtenir des échantillons lors de l'examen post mortem (**Marin et al., 1996 ; Samadi et al., 2010**).

B. melitensis peut être isolé sur un milieu solide ordinaire dans des conditions d'aérobie à 37°C, mais en raison de la prolifération de contaminants généralement présents dans les échantillons de terrain, des milieux sélectifs sont nécessairement utilisés (**Garin-Bastuji et Blasco, 2004 ; Alton, 1998**).

3.2. Identification de la bactérie :

L'isolement de *B. melitensis* est nécessaire pour établir un diagnostic définitif de la brucellose. Cependant, il est important de souligner que cela présente un risque pour le personnel du laboratoire, qui doit être hautement qualifié (**Verger, 1997**).

Les milieux de culture couramment utilisés comprennent la gélose Albimi et la gélose trypticase-soja avec 5% de sérum fetal bovin. Les milieux sélectifs tels que ceux de Kudzas et Morse, ainsi que celui de Farrell, sont également utilisés (**Léon et al., 2003**).

Pour l'identification de la bactérie, le genre *Brucella* peut être identifié par un examen microscopique et des tests biochimiques orientés vers ce genre.

L'identification de l'espèce *Brucella* repose sur deux épreuves classiques : la sensibilité aux bactériophages et la détermination du profil d'oxydation métabolique à l'aide de méthodes manométriques.

La différenciation en biovars au sein des six espèces de *Brucella* se fait par le biais de quatre épreuves : l'exigence en CO₂, la production d'H₂S, la croissance en présence de colorants (thionine et fuchsine basique) et l'agglutination par des sérums monospécifiques (anti-A, anti-M) (Verger, 1997 ; Alton *et al.*, 1988).

4. Diagnostic moléculaire :

Polymerase chain reaction (PCR):

Depuis que la PCR a été introduite pour la première fois en 1987, les chercheurs ont fait d'excellentes progrès dans la mise au point de tests de qualité basés sur la PCR pour *Brucella* (Samadi *et al.*, 2010).

L'extraction d'ADN peut se faire à partir de différents échantillons de sang, sérum, sperme, tissus du nouveau née ou avorton, lait et fromage (Nielsen et Yu, 2010).

A partir du prélèvement, la sensibilité de la PCR est variable selon les études (50 à 100%) et la spécificité est comprise entre 60 et 98%.

Ces variations sont classiquement dues aux différentes méthodes d'extraction, des méthodes de détection et du type de prélèvement (Lavigne et O'Callaghan, 2011).

5. Diagnostic sérologique :

Les tests sérologiques peuvent être divisés en deux groupes : les tests de dépistage et les tests de confirmation. Certains tests de dépistage sont utilisés dans les cliniques de terrain ou dans des laboratoires régionaux, tels que le test du Rose Bengale et le test ELISA indirect qui est également utilisé pour le dépistage du lait et du sérum.

Les tests de confirmation comprennent des tests comme : la fixation du complément (FC) et ELISA par compétition (FAO, 2003).

Chez les petits ruminants, l'épreuve du Rose Bengale (RB) ou appelée aussi Epreuve à l'Antigène Tamponée (EAT) et le test de fixation du complément sont les méthodes les plus largement utilisées pour le diagnostic sérologique de la brucellose (Constable *et al.*, 2016 ; Garrin-Bastuji *et al.*, 1998 ; Alton, 1990).

5.1. L'Épreuve à l'antigène Tamponnée (EAT) :

L'épreuve à l'Antigène Tamponné (EAT) a été développée pour le diagnostic de la brucellose bovine (**Garrin-Bastuji et al., 1998; Alton, 1990**). Cependant, elle est largement recommandée au niveau international pour le dépistage de la brucellose chez les petits ruminants (**OIE, 2018; Garrin-Bastuji et Blasco, 2004**).

Il s'agit d'une méthode de dépistage rapide (5 à 10 minutes) basée sur l'agglutination sur lame ou sur une carte à spots unique (**Lavigne et O'Callaghan, 2011**). Elle utilise du sérum non dilué et une suspension d'antigène de *Brucella abortus* (souche 99) inactivée et colorée au rose Bengale. Après un bon mélange du sérum et de l'antigène, l'agglutination doit être visible dans les 4 à 8 minutes qui suivent l'application de l'EAT (**Nielsen et Yu, 2010**).

L'EAT permet de détecter les anticorps sériques dirigés contre le LPS, principalement les anticorps IgM produits lors des premières phases de l'infection, ainsi que les anticorps IgG1 (**Ganière et al., 2010**).

Il est important de noter que l'incubation prolongée peut parfois entraîner de fausses réactions, généralement dues à la formation de caillots de fibrine. Le pH acide utilisé dans le test diminue l'agglutination par les IgM, tout en augmentant l'agglutination par les IgG1, ce qui permet de réduire les réactions croisées (**Mekonnen, 2015; Nielsen et Yu, 2010**).

Les conditions standardisées du test au rose bengale semblent être appropriées pour le diagnostic de l'infection à *B. abortus* chez les bovins (**Garrin-Bastuji et al., 2004, 1998; MacMillan, 1990**). Cependant, la sensibilité de certains antigènes commerciaux est relativement faible lorsqu'il s'agit de diagnostiquer la brucellose chez les ovins et les caprins (**Garrin-Bastuji et al., 1998**).

De plus, il est préoccupant de constater qu'un grand nombre de moutons et de chèvres provenant de zones infectées par *B. melitensis* donnent des résultats négatifs lors de l'utilisation de l'Épreuve à l'Antigène Tamponné (EAT), mais positifs lors de l'utilisation de la Fixation du Complément (FC). Cela remet sérieusement en question l'efficacité de l'EAT en tant que test individuel chez les petits ruminants (**Samadi et al., 2015**).

Pour améliorer la sensibilité de l'EAT, il est recommandé d'utiliser un volume de sérum plus important, entre 75 et 90 µl au lieu de 25 à 30 µl, tout en maintenant le même volume d'antigène, soit 25 à 30 µl. Cette simple modification permet d'augmenter significativement la sensibilité sans compromettre la spécificité, et réduit la fréquence de discordances de résultats entre l'EAT et la FC (**OIE, 2018; Samadi et al., 2015; OIE, 2005; Ferreira et al., 2003**).

5.2. Fixation du complément (FC) :

La réalisation de la fixation du complément (FC) pour le diagnostic de la brucellose chez les petits ruminants (**Corbel, 2006**). Cependant, malgré sa complexité, c'est une méthode efficace et largement utilisée dans ce contexte (**Alton, 1990**).

La sensibilité de la FC est comparable à celle du test du Rose Bengale (RB) et de l'ELISA indirect. Cependant, la sensibilité de la FC sur le terrain est légèrement inférieure (88,6%) à celle des tests RB (92,1%) et de l'ELISA indirect (100%) pour le diagnostic de l'infection à *B. melitensis* chez les petits ruminants. Par conséquent, bien que la sensibilité du RB soit suffisante, il est recommandé d'utiliser l'épreuve du Rose Bengale et la fixation du complément ensemble afin d'augmenter le taux de détection des animaux infectés et d'améliorer le contrôle de l'infection (**Garrin-Bastuji et al., 1998**).

Un inconvénient important de la fixation du complément est sa faible spécificité chez les petits ruminants, car elle ne permet pas de différencier l'infection de la vaccination avec le vaccin Rev-1 administré par voie sous-cutanée, contrairement à la vaccination par voie conjonctivale où ce problème d'interférences est considérablement réduit (**Blasco et al., 1997**).

5.3. Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISA) :

Des résultats de diagnostic satisfaisants ont été obtenus chez les caprins et les ovins en utilisant l'ELISA indirect ou, dans une moindre mesure, l'ELISA par compétition avec différents antigènes. Ces tests ELISA présentent une sensibilité similaire voire supérieure à celle du EAT et de la fixation du complément, mais comme les tests classiques, ils ne permettent pas de différencier les animaux infectés des animaux récemment vaccinés avec le vaccin Rev-1 (**Ferreira et al., 2003**).

Cependant, en associant la vaccination conjonctivale avec un intervalle de temps après la vaccination, on peut réduire ou éliminer les problèmes de spécificité (**Garrin-Bastuji et al., 2006**).

Une autre méthode, le test de polarisation de fluorescence (Fluorescence Polarization Assay, FPA), est une technique simple, rapide et homogène qui mesure l'interaction entre l'antigène et l'anticorps (**OIE, 2018**). Ce test est déjà reconnu comme un test officiel par l'OIE pour le diagnostic de la brucellose bovine et est actuellement en cours d'évaluation chez les ovins et les caprins (**Samadi et al., 2010; Garrin-Bastuji, 2006**).

6. Diagnostic allergique :

Une méthode de diagnostic considérée comme très sensible et spécifique est l'utilisation de la brucelline INRA, dérivée d'une souche de *B. melitensis* (B 115), qui est riche en protéines et dépourvue de LPS. Cette méthode implique l'injection de 50 mg de brucelline au niveau du cou ou du sillon caudal chez les chèvres, et les réactions sont évaluées après 48 heures (Constable et al., 2016).

Bien que cette méthode soit hautement sensible, tous les animaux infectés ne présentent pas forcément des réactions positives. De plus, les animaux vaccinés avec Rev-1 peuvent présenter des réactions positives pendant plusieurs années.

Une méthode considérée comme plus efficace et pratique pour les petits ruminants est l'inoculation sous-cutanée dans la paupière inférieure, avec une lecture des réactions effectuée 48 heures après l'inoculation (Garrin-Bastuji et al., 2006).

Tableau 2: Récapitulation des principales méthodes de diagnostic sérologique de la brucellose chez les ruminants (OIE ,2016)

Méthode	Principe	Matrice	Avantages/inconvénients	Utilisation
Test Rose Bengale (RB)	Agglutination sur lame des antigènes colorés au rose Bengale et des anticorps sériques agglutinants (IgG surtout)	Sérum individuel	Rapide Très sensible	Dépistage
Test d'agglutination en tube (SAT/SAW)	Agglutination en tube des antigènes avec les anticorps sériques, plusieurs dilutions de sérum sont testées	Sérum individuel	Uniquement chez les bovins Test long Manque de sensibilité et de spécificité Robuste	Dépistage l'OIE ne recommande plus son utilisation pour le diagnostic bovin
Fixation du complément (FC)	Détection des IgG1 et IgM par formation de complexes anticorps-antigène et la capacité du complément à réagir avec ces complexes.	Sérum individuel	Très spécifique Moins sensible que le RB et l'ELISA	Confirmation d'un premier test sérologique positif
ELISA indirect (enzyme-linked Immunosorbent assay, i-ELISA) et compétitif (cELISA)	Détection des anticorps spécifiques à <i>Brucella</i> par formation de complexe avec des antigènes fixés à une surface formés par ajout d'anticorps secondaires couplés à une enzyme capable d'émettre un signal lumineux ou fluorescent par ajout d'un substrat	Sérum individuel Lait	iELISA : très sensible mais défaut de spécificité cELISA : plus spécifique et moins sensible que l'iELISA Variabilité entre les kits, problème de seuil.	Dépistage des troupeaux laitiers (bovins, petits ruminants)
Test de l'anneau sur lait de tank (MRT)	Agglutination des anticorps avec un antigène coloré en bleu visible sous forme d'anneau sous la surface (phase grasse du lait, liée à la fraction Fc des anticorps qui se fixe aux globules gras.	Lait	Uniquement bovin Rapide et peu coûteux Défauts de spécificité en cas de mammite, de présence de colostrum, et si faible prévalence (Rolfe and Sykes 1987)	Dépistage des troupeaux bovins laitiers

Chapitre VII : Prophylaxie

Chapitre VII : Prophylaxie

Dans de nombreux pays, les méthodes de contrôle de la brucellose sont soutenues par une réglementation / législation gouvernementale. Dans d'autres, aucune autorité n'existe. Par conséquent, les procédures de gestion des troupeaux infectés peuvent varier considérablement (**Corbel et al., 2006**).

1. Prophylaxie sanitaire :

Elle est presque toujours plus économique et pratique de prévenir les maladies que d'essayer de les contrôler ou de les éliminer.

Pour la brucellose, les mesures de prévention comprennent (**Corbel et al., 2006**) :

- * Il est essentiel de choisir avec soin les animaux de remplacement qu'ils soient achetés ou issus de stocks existants, en veillant à ce qu'ils proviennent de troupeaux exempts de *Brucella*. Des tests doivent être effectués avant l'achat, sauf si les remplaçant proviennent de régions géographiques spécifiques réputées sans brucellose.
- * Les animaux achetés en tant que remplaçants doivent être isolés pendant au moins 30 jours. De plus, un test sérologique doit être réalisé avant de les mélanger avec d'autres animaux.
- * Il est important d'éviter tout contact ou mélange avec des animaux provenant de troupeaux de statut inconnu ou atteints de brucellose.
- * Dans la mesure du possible, il est recommandé de déterminer la cause des avortements, des naissances prématurées ou d'autres signes cliniques. Les animaux suspects doivent être isolés jusqu'à ce qu'un diagnostic puisse être établi.
- * Il est essentiel de coopérer avec les autorités de santé publique pour enquêter sur les cas de brucellose chez l'homme. Les enquêtes sur les cas humains peuvent souvent permettre d'identifier la brucellose animale, en particulier lorsqu'elle est causée par *B. melitensis*.
- * Les placentas et les fœtus non viables doivent être éliminés de manière appropriée (par enfouissement ou brûlage). Il est également important de désinfecter soigneusement les zones contaminées.
- * Les troupeaux devraient faire l'objet de mesures de surveillance, telles que des dépistages sérologiques tels que le test au Rose Bengale.

2. Prophylaxie médicale :

La vaccination : Le vaccin *Brucella melitensis* Rev-1 est le vaccin le plus largement utilisé pour la prévention de la brucellose chez les petits ruminants et demeure le vaccin de référence auquel tout autre vaccin doit être comparé (OIE, 2018 ; 2005).

Utilisés sous forme de suspension lyophilisée de souche Rev-1 vivante de *B. melitensis* biovar 1, ce vaccin doit être administré aux animaux âgés de 3 à 5 mois en une seule injection sous-cutanée ou conjonctivale (OIE ; 2018).

Dans la plupart des cas, les animaux vaccinés produisent des anticorps fixant le complément qui disparaissent 6 à 8 semaines après la vaccination, Pour cette raison, Rev-1 est utilisé uniquement chez les jeunes animaux avant qu'ils atteignent leurs âges adultes pour minimiser les interférences avec les épreuves sérologiques de dépistage (Samadi et al., 2010 ; Fensterbank, 1985).

La dose standard se situe entre 0.5×10^9 et $2,0 \times 10^9$ organismes viables. Les doses réduites confèrent une protection nettement inférieure aux doses standard et ne doivent pas être recommandées pour la vaccination des caprins (OIE, 2018).

La vaccination par voie sous-cutanée induit de fortes interférences avec les épreuves sérologique et ne doit pas être recommandée dans les programmes combinés d'éradication. Cependant, lorsque ce vaccin est administré par voie conjonctivale à dose standard, il induit une protection similaire sans réponse anticorps persistante, ce qui facilite l'application de programmes d'éradication associés avec la vaccination (OIE, 2005).

Quelle que soit la dose ou la voie d'administration, le vaccin Rev-1 peut induire les avortements et une excrétion dans le lait lorsque les animaux sont vaccinés pendant la gestation (Blasco, 1997).

Lorsque les animaux adultes sont vaccinés par voie conjonctivale à la dose normale avant le rut ou au cours du dernier mois de gestation, les effets secondaires sont considérablement réduits. Ainsi, dans les situations où la vaccination de masse est la seule méthode viable pour contrôler la maladie, il est essentiel d'organiser la campagne de vaccination en utilisant la dose normale de Rev-1 administrée par voie conjonctivale pendant la période où les animaux ne sont pas en gestation (OIE, 2018 ; 2005 ; Blasco, 1997).

Durée de l'immunité :

Il est admis que la vaccination par une dose standard de vaccin Rev-1, par voie sous-cutanée ou conjonctivale, confère une immunité solide et durable aux ovins et aux caprins. Cependant, l'expérience accumulée sur le terrain montre que cette immunité décline avec le temps et qu'il est raisonnable d'envisager une revaccination dans les zones d'enzootie (OIE, 2005).

3. Stratégie de lutte :

La stratégie de lutte comprend (Corbel *et al.*, 2006)

* Assainissement des troupeaux infectés (dépistage / abattage)

Il n'y a aucun signe pathognomonique de la brucellose chez les animaux au niveau individuel ; la survenue de tempêtes d'avortement dans des troupeaux naïfs est généralement indicateur fort de l'infection. Par conséquent, les tests sérologiques (et parfois allergiques) constituent la méthode habituelle d'identification des animaux potentiellement infectés.

La décision d'abattage des animaux séropositifs est prise, après avoir pris en compte les facteurs réglementaires, économiques et de prévalence. Dans la plupart des cas, le dépistage/abattage des animaux positifs ne permet pas réduire l'incidence que lorsque l'infection à *B. melitensis* a été récemment introduite dans une zone préalablement non infectée ou si la prévalence du troupeau est très faible (par exemple 2%).

L'abattage immédiat des animaux dont le test est positif est coûteux et nécessite la coopération du propriétaire de l'animal. Une compensation est généralement nécessaire.

En outre, il est peu probable que l'application de politiques de dépistage/abattage soit efficace dans le cas de la brucellose des ovins et des caprins où les tests de diagnostic sont moins fiables que chez les bovins. Des tests répétés sur les troupeaux sont nécessaires pour réduire encore l'incidence de la brucellose et confirmer l'élimination.

* Le contrôle du mouvement des animaux

Les animaux doivent être identifiés individuellement par leur marque, leur tatouage ou leur étiquette d'oreille.

La vente ou le déplacement non autorisés d'animaux d'une zone infectée vers d'autres zones devraient être interdits. De même, les importations dans des zones propres doivent être limitées aux animaux provenant de zones exemptes de brucellose, ayant des antécédents de

non-maladie et ayant donné des réactions négatives aux tests de diagnostic récemment effectués.

En pratique, il est beaucoup plus difficile de contrôler le mouvement des petits ruminants élevés dans des élevages extensifs ou semi-extensifs que celui des bovins de boucherie ou laitiers élevés dans des conditions intensives. Les propriétaires de troupeaux peuvent être habitués aux migrations saisonnières (Transhumance) pouvant traverser les frontières nationales ce qui joue un rôle important dans la contamination des cheptels indemnes.

* L'hygiène

Tout programme de lutte, qu'il comporte ou non des vaccinations, doit viser à maintenir un niveau élevé d'hygiène du milieu et à réduire au minimum l'exposition à l'infection grâce à une série de mesures appropriées. Il comporte notamment : (comité mixte FAO/OMS d'experts de la brucellose, 1970)

- De veiller à ce que les locaux abritant les caprins soient aussi salubres que possible ;
- De séparer des autres animaux, les chèvres avortantes, d'éliminer hygiéniquement les produits d'avortement et de désinfecter les secteurs contaminés
- De prévoir des locaux isolés pour la parturition ;
- D'abattre et de séparer des autres, les animaux infectés ;
- D'enlever le plus tôt possible les chevreaux à leur mère pour les élever dans un milieu exempt de *Brucella*.

Il est nécessaire d'expliquer à toutes les personnes concernées les raisons et les avantages du programme de lutte, en particulier les intérêts économiques durables et d'élimination d'un risque grave de la santé humaines, y compris pour la santé du fermier, de sa famille et les autres employés de ferme.

C'est ce travail qui constitue le but principal de l'éducation sanitaire dans les cadres de programme de lutte contre la brucellose. Parmi les autres tâches importantes de l'éducation sanitaire, figurent :

- La diffusion d'information sur les différentes phases de programme et sur les opérations en cours.

- La motivation des propriétaires d'animaux, les personnes qui s'occupent des animaux, les employés de l'industrie alimentaire et du grand public afin qu'ils participent aux parties appropriées du programmes.
- L'information des pouvoirs publics, des hommes politiques et des autres personnalités dirigeantes afin de s'assurer de leur soutien continu au programme.

La sensibilisation de la population au danger de la consommation de lait cru non pasteurisé et ses dérivés, qui constitue le principal mode de transmission de la brucellose humaine (**Corbel, 2006**).

4. Prophylaxie de la brucellose caprine en Algérie :

Depuis 1995, une prophylaxie sanitaire basée sur le dépistage/abatage a été adopté pour les petits ruminants (Voire réglementation en annexe)

Une enquête a été réalisé par la direction des services vétérinaires durant l'année 2000-2001 pour Évaluer la séroprévalence de cette maladie chez les petits ruminants dans les zones d'élevages notamment à Batna, Biskra, Khenchela, M'sila, Adrar, Djelfa, Ghardaïa, Laghouat, El-Bayadh, Naâma, Saida, Tiaret, Tlemcen et El Oued. Une prévalence de 9,58% a été enregistrée chez les caprins (**DSV,2002**).

Face à cette situation, un nouvel plan de lutte a été mis en place en 2006 par les services vétérinaires basé sur une prophylaxie médicale avec une vaccination de masse des petits ruminants par le vaccin Rev-1, dans les wilayas à fortes prévalence notamment Tébessa, Biskra, M sila, Laghouat, Khenchla, Djelfa et Ghardaïa (**DSV,2007**).

En 2008, six autres wilayas sont concernées : Saida, El Bayadh, Tiaret, Batna, Oum El Bouaghi et Médéa (**DSV,2008**).

En 2010, la campagne de vaccination a été élargie à 19 wilayas en ajoutant Tlemcen, nama, Sidi Belabes, el oued, Souk-Ahras, Tissemsilt (**DSV,2010**).

En 2011, trois autres wilayas sont incriminées : Bechar, Relizane et Ain Defla (**DSV, 2011**).

Partie expérimentale

I . Objectif de l'étude

II. Matériel et Méthodes

I. Objectif de l'étude :

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la séroprévalence de la brucellose caprine dans plusieurs communes de la wilaya de Tipaza.

II. Matériels et méthodes :

1. La région d'étude :

Notre étude a été réalisée dans la wilaya de Tipaza. Cette dernière se situe au nord du tell central. Elle est limitée géographiquement par la mer méditerranée au nord, la wilaya d'Alger à l'est, la wilaya de Blida au sud-est, la wilaya d'Aïn Defla au sud, la wilaya de Chlef à l'ouest. Elle est divisée administrativement en 10 daïras et 28 communes.

Nous avons étudié les six communes suivantes : Tipaza, Ain Tagourait, Bourkika, Sidi Rached, Ahmerelain et Fouka. Cette repartition s'est faite en fonction de l'autorisation de la direction des services agricoles, l'organisation des sorties des vétérinaires inspecteurs et l'accord des éleveurs.

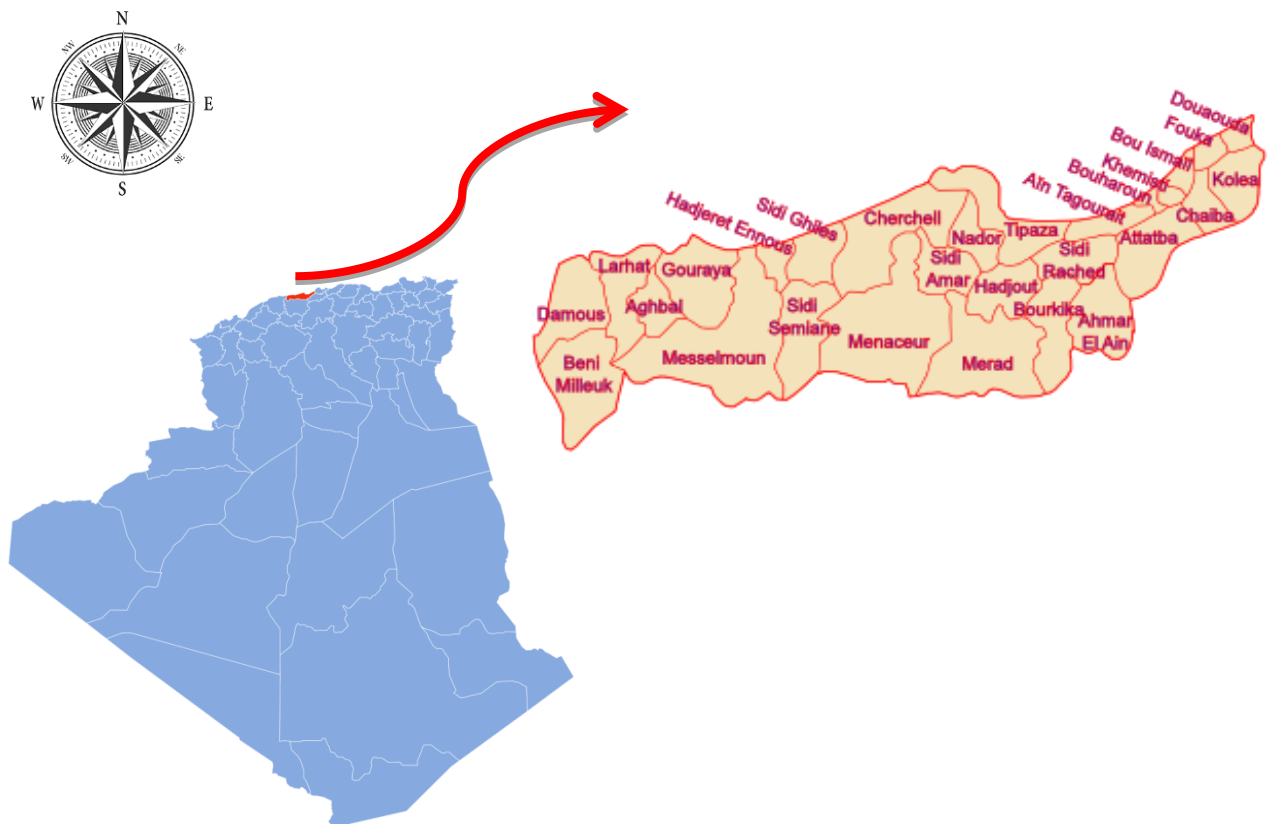


Figure 8 : Carte géographique de la wilaya de Tipaza.

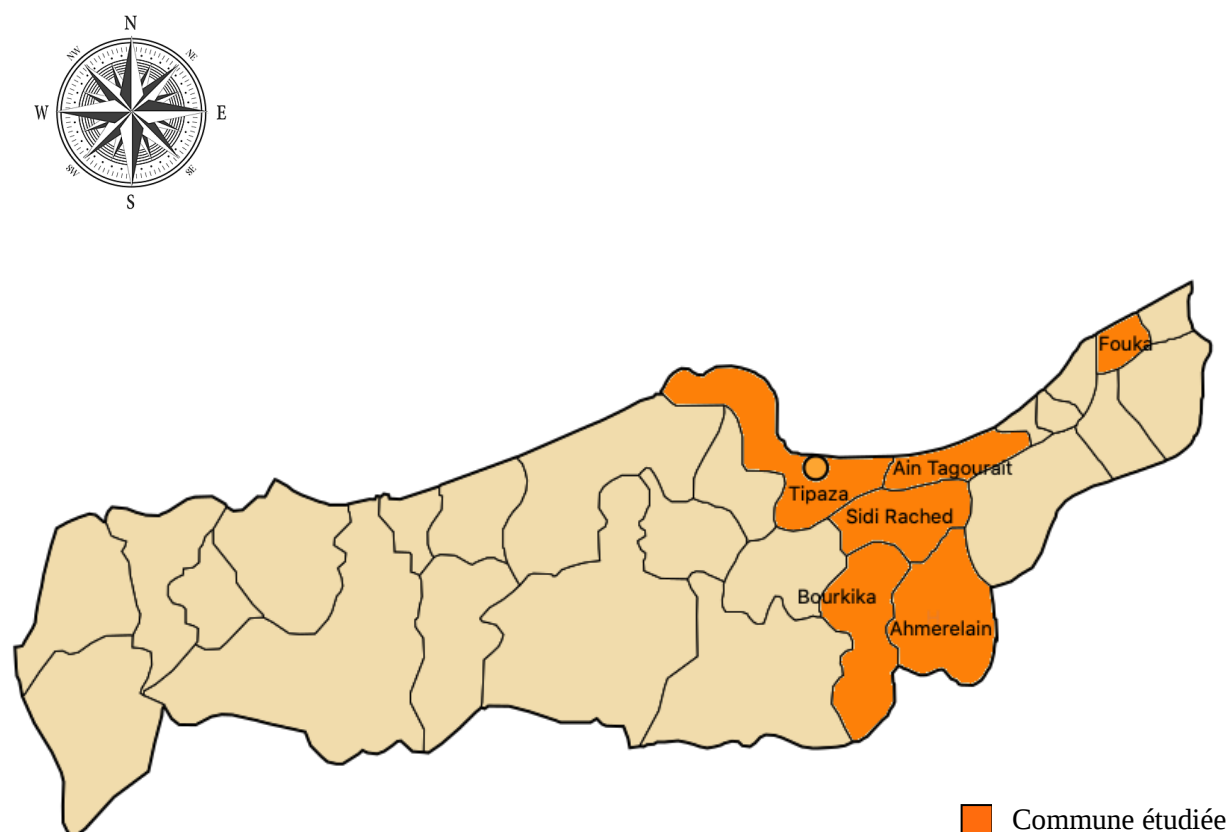


Figure 9 : les six communes étudiées de la wilaya de Tipaza.

2. Echantillon et caractéristiques des animaux et des élevages étudiés :

Nous avons étudié un total de 100 caprins provenant de 9 élevages, réparties sur les six communes selon le tableau ci- dessous :

Tableau 3 : Nombre d'élevages et d'animaux étudiés par commune

Commune	Nombre d'élevages	Nombre d'animaux
Tipaza	1	2
Ain Tagourait	1	16
Bourkika	3	27
Sidi Rached	1	24
Ahmerelain	2	15
Fouka	1	16
Total	9	100

Notre étude concerne 42 mâles et 58 femelles, âgés de 2 mois à 7 ans, 84 sont de race locale, 13 de race saanen, et 3 sont croisés. Toutes les femelles sont saillies naturellement par des boucs non empruntés, 26 d'entre elles sont gestantes, 5 ont présenté un avortement (trois

chèvres ont avorté au premier tiers, une chèvre a avorté au deuxième tiers, et une autre au troisième tiers de gestation).

Sept de ces exploitations (78%) sont des élevages mixtes (présence d'autres espèces animales : bovine, ovine, canine).

Toutes les élevages sont en mode extensifs, quatre de ces élevages ont un pâturage commun avec d'autres animaux.

Tous les élevages étudiés sont utilisés pour la production familiale de lait et de fromage, par contre, ils ne sont soumis à aucun programme prophylactique contre la brucellose, ni dépistage, ni vaccination contre cette maladie.

3. Période d'étude :

Notre étude s'est étalée durant la période allant de février jusqu'à Mai 2023.

Identification des animaux :

Les animaux étudiés ont été identifiés en utilisant des boucles d'identification individuelles portant chacune le numéro de l'animal, les informations correspondantes pour chaque animal ont été mentionnées dans des fiches de renseignements.



Figure 10: Identification avec des boucles individuelles des animaux étudiés

(Photos personnelles).



Boucle jaune pour les mâles



Boucle orange pour les femelles

Figure 11 : Identification en fonction du sexe (Photos personnelles).

4. Prélèvements :

Des prélèvements sanguins ont été réalisés au niveau de la veine jugulaire, le sang est collecté dans des tubes à hémolyse secs stériles, dans des conditions d'asepsie rigoureuse (désinfection par l'alcool, utilisation d'aiguilles stériles spécialement pour les petits ruminants).

- Identification des tubes par une étiquette qui porte le numéro de chaque animal prélevé, puis mis dans une glacière à 4°C pour éviter toute hémolyse et conserver le sang avant de passer à l'étape de centrifugation afin de récupérer le sérum nécessaire pour le test d'agglutination.

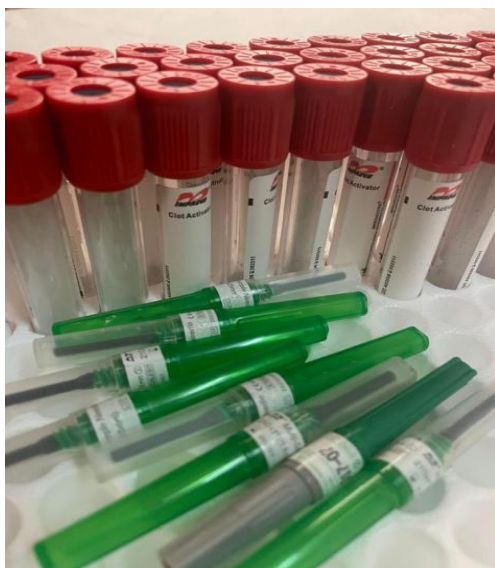


Figure 12 : Tubes secs et aiguilles stériles (Photo personnelle).



Figure 13: Préparation du tube sec, aiguille, le porte aiguille. (Photo personnelle).



Figure 14: Réalisation du prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire des animaux (photos personnelles).



Figure 15: Transport des prélèvements sanguins dans la glacière (photos personnelles).

Au laboratoire :

Laboratoire d'accueil : L'analyse sérologique a été réalisée au sein du laboratoire de microbiologie à l'école nationale supérieure vétérinaire (ENSV).

Centrifugation :

Les tubes secs ont été centrifugés à 3000 tours/min pendant 10 min, afin de collecter les sérums.

Les sérums ont été conservés dans les eppendorfs, portant le même identifiant, puis congelés à -20°C jusqu'au jour de leur analyse.



Figure 16 : Prélèvements sanguins.



Figure 17 : Centrifugation.

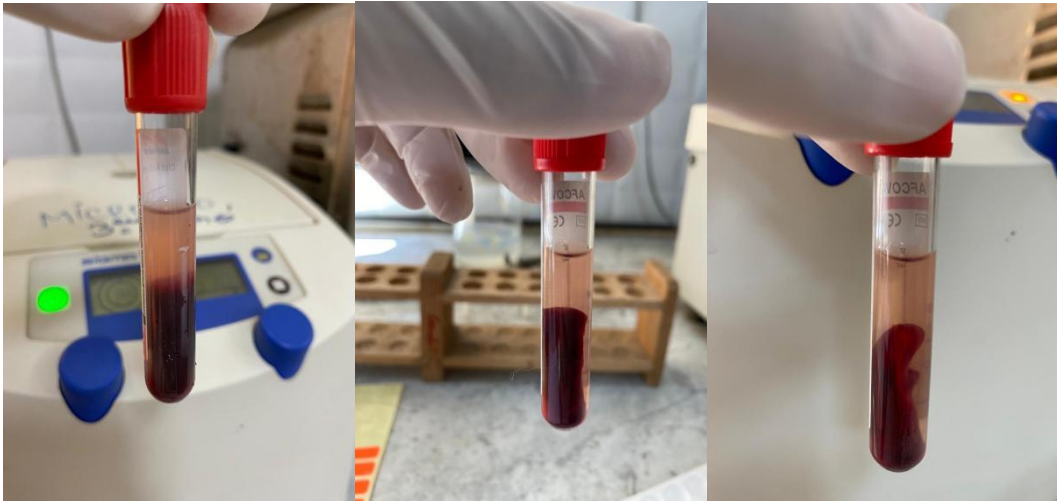


Figure 18: Séparation du sérum (photos personnelles)



Figure 19 : Collecte du sérum à l'aide d'une micropipette et des embouts à usage unique (Photos personnelles).

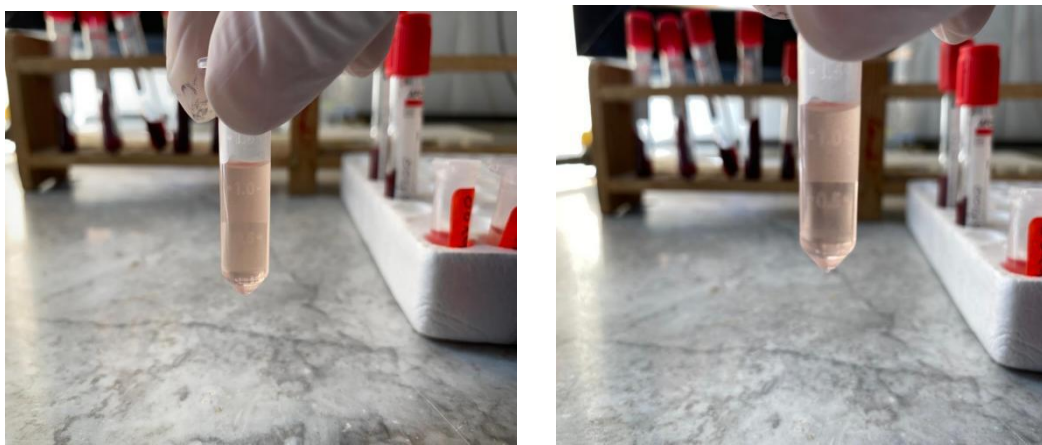


Figure 20 : Conservation des sérums dans les eppendorfs (photos personnelles).

5. Fiche de renseignements :

Nous avons élaboré une fiche de renseignement qui accompagne obligatoirement chaque prélèvement. Elle englobe toutes les informations concernant les animaux et les élevages prélevés (voir annexe).

6. Technique sérologique :

Nous avons utilisé l'épreuve à l'antigène tamponnée (EAT) ou autrement dit le test de Rose Bengale (RBT) pour l'analyse sérologique décrit sur le kit.

6.1. Intérêt clinique :

La réaction à l'antigène Rose Bengale permet le diagnostic sérologique des brucelloses dues à *Brucella melitensis*, *Brucella abortus* ou *Brucella suis*, elle est utile au dépistage, au diagnostic, ainsi qu'à la surveillance de la brucellose (enquête épidémiologique).

6.2. Principe :

C'est une méthode d'agglutination sur lame utilisant un antigène coloré au Rose Bengale. Rapide utilisant comme suspension bactérienne, spécifique et sensible, la limite de sensibilité est de 25UI/ml.

6.3. Matériel et réactifs :

- Flacon d'antigène de Rose Bengale SPINREACT.
- Support de réaction : plaques en plastiques.
- Tiges en plastique pour mélanger.
- Pipette automatique à embouts plastiques délivrant 50 µl.
- Compte-gouttes calibré à 50 µl pour la distribution de l'antigène (un compte-gouttes calibré est fourni).
- Minuteur.
- Gants en latex.

6.4. Protocole expérimental :

Application du protocole expérimental qui consiste sur le mélange à parts égales d'antigène au Rose Bengale (50µl) et de sérum (50µl), après on observe l'apparition d'agglutinats colorés dans le cas de test positif.

➤ **Les étapes du protocole :**

- 1- A l'aide d'une micropipette, déposer 50 µl de sérum sur la plaque en plastique.
- 2- Ajouter 50 µl de l'antigène Rose Bengale.
- 3- Mélanger à l'aide d'une tige en plastique.
- 4- Agiter le mélange manuellement pendant 4 minutes.
- 5- Observer l'apparition d'une éventuelle agglutination.
- 6- Refaire la procédure pour chaque échantillon à examiner.

➤ **Résultat :**

Test positif : présence d'agglutinats (voir photos).

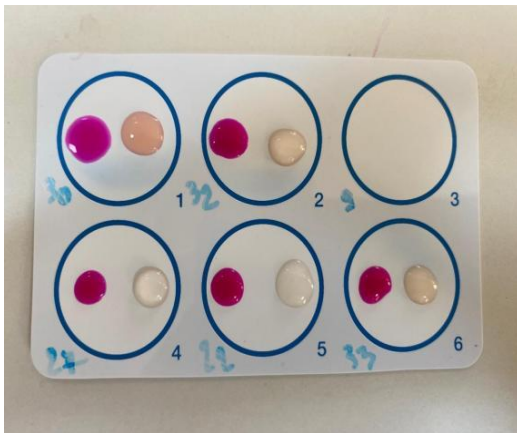
Test négatif : absence d'agglutinas (voir photos).



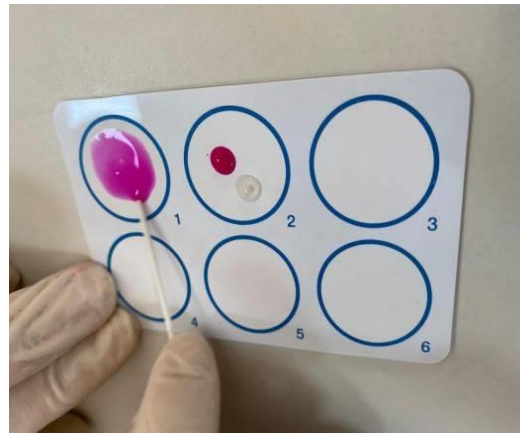
Figure 21 : Sérums transvasés.



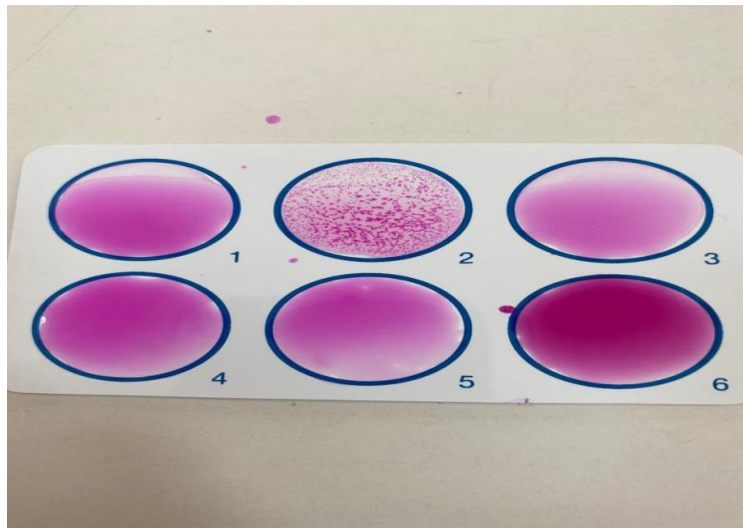
Figure 22: Flaçon d'antigène de Rose Bengale.



1- Dépôts de l'antigène et du sérum.



2- Mélange des deux gouttes.



3- Après une agitation manuelle, lecture à la lumière du jour.

Figure 23 : les étapes de l'épreuve à l'antigène tamponnée (photos personnelles).

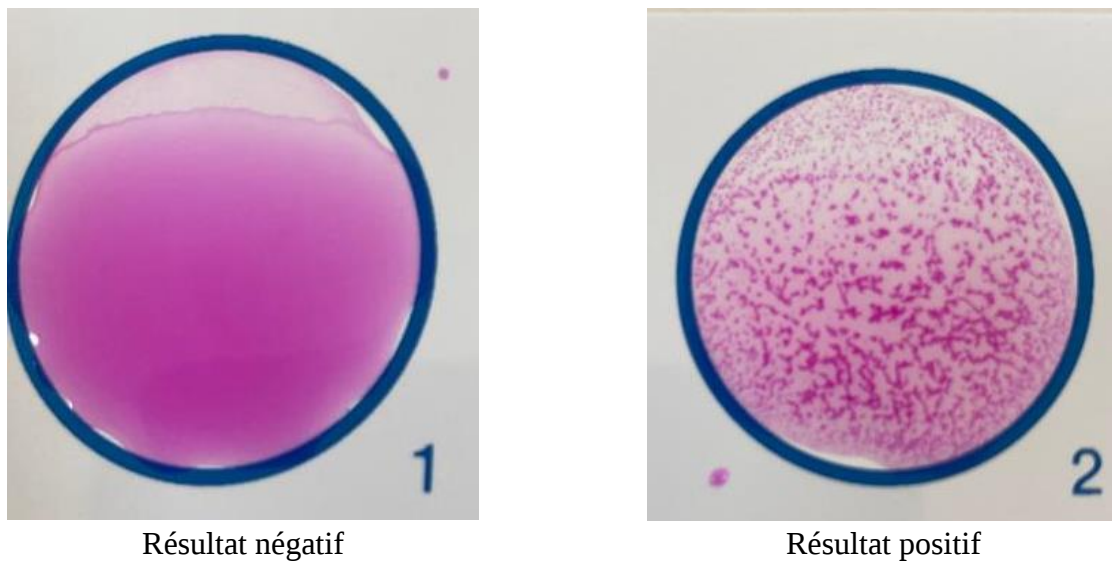


Figure 24: Résultats du test (photos personnelles).

7. Analyse statistique :

Base de données :

Toutes les données et les informations collectées grâce aux fiches de renseignements ont été saisies et regroupées dans deux tableaux récapitulatifs pour constituer une base de données (Word, 2021).

Calcul de la prévalence :

L'analyse descriptive a porté sur la détermination de la prévalence de la brucellose individuelle et la prévalence cheptel.

$$\text{Prévalence individuelle} = \frac{\text{Nombre d'animaux positifs} \times 100}{\text{Nombre d'animaux testés}}$$

$$\text{Prévalence cheptel} = \frac{\text{Nombre d'élevages positifs} \times 100}{\text{Nombre d'élevages testés}}$$

III. Résultats

III Résultats :

1. Séroprévalence individuelle de la brucellose caprine :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Séroprévalence individuelle.

Communes	Nombre d'animaux testés	Nombre de positifs	Séroprévalence individuelle
Tipaza	2	0	0 %
Ain Tagourait	16	0	0 %
Bourkika	27	2	7,4 %
Sidi Rached	24	0	0 %
Ahmerelain	15	1	6.6 %
Fouka	16	0	0 %
Total	100	3	3 %

Nous avons détecté 3 caprins séropositifs sur 100 testés, ce qui représente une séroprévalence individuelle de 3 %. Au niveau de deux communes étudiées de la wilaya de Tipaza (Boukika et Ahmerelain).

2. Séroprévalence cheptel de la brucellose caprine :

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Séroprévalence cheptel.

Communes	Nombre d'élevages testés	Nombre de positifs	Séroprévalence cheptel
Tipaza	1	0	0 %
Ain Tagourait	1	0	0 %
Bourkika	3	2	66,66 %
Sidi Rached	1	0	0 %
Ahmerelain	2	1	50 %
Fouka	1	0	0 %
Total	9	3	33.33%

Sur les 9 élevages étudiés, nous avons détecté 3 foyers brucelliques, ce qui représente une séroprévalence cheptel de 33.33 %.

3. Répartition des cas de brucellose caprine par commune étudiée :

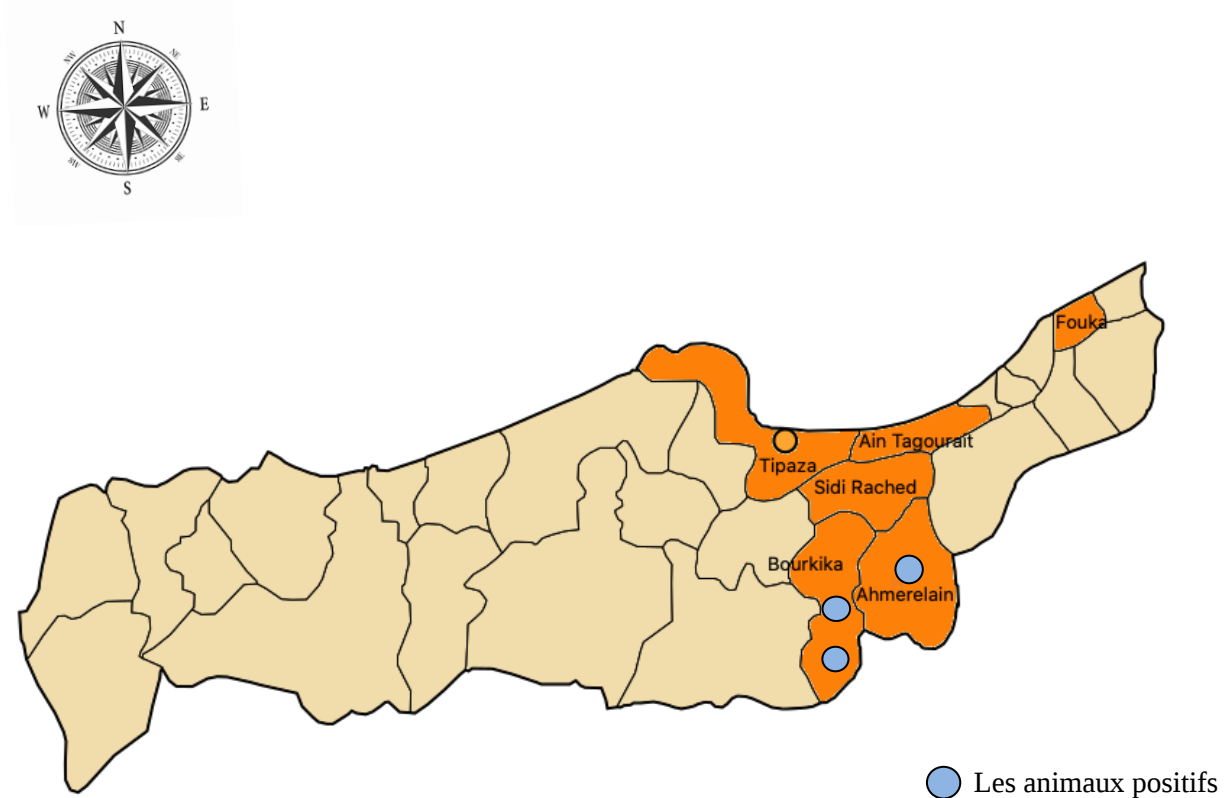


Figure 25 : Répartition des foyers de brucellose par commune.

On constate que la commune de Boukika présente 2 foyers et la commune d’Ahmerelain présente un seul foyer.

4. Facteurs de variations de la séroprévalence individuelle de la brucellose:

Facteurs liés à l’animal:

Nous avons étudié la variation du taux d’infection en fonction de quelques facteurs liés à l’animal.

a. Le sexe :

Tableau 6 : variation du taux d’infection en fonction du sexe.

Sexe	Nombre d’animaux testés	Nombre de positifs	Taux d’infection
Femelles	58	2	3.44 %
Mâles	42	1	2.38 %
Total	100	3	3 %

On constate que les femelles sont plus touchées que les mâles.

b. L'âge :

Tableau 7 : variation du taux d'infection en fonction de l'âge.

Age	Nombre d'animaux testés	Nombre de positifs	Taux d'infection
2 mois-2 ans	74	2	2.7 %
3 ans- 7 ans	26	1	3.84 %
Total	100	3	3 %

On constate que les animaux adultes sont les plus touchés.

c. La gestation :

Tableau 8 : variation du taux d'infection en fonction de la gestation.

Gestation	Nombre de femelles testées	Nombre de positives	Taux d'infection
Oui	25	1	4 %
Non	33	1	3.03 %
Total	58	2	3.44 %

On constate que les femelles gestantes sont les plus touchées.

d. L'avortement :

Tableau 9 : variation du taux d'infection en fonction de la présence d'avortement.

Avortement	Nombre de femelles testées	Nombre de positives	Taux d'infection
Oui	5	0	0 %
Non	53	2	3.77 %
Total	58	2	3.44 %

On constate que les femelles présentant un avortement sont séronégatives par contre les femelles qui n'ont pas avorté sont séropositives.

5. Facteurs de variation de la séroprévalence cheptel :

Nous avons étudié la variation du taux d'infection en fonction de quelques facteurs liés à la conduite de l'élevage.

a. Type d'élevage

Tableau 10 : variation du taux d'infection en fonction de type d'élevage.

Types d'élevage	Nombre d'élevage testés	Nombre de positifs	Taux d'infection
Elevages mixtes	7	3	42.85 %
Elevages caprins	2	0	0 %
Total	9	3	33.33 %

On constate que la majorité des élevages étudiés sont mixtes (présence de bovins, ovins, canins) et 43% d'entre eux sont des foyers brucelliques.

b. Antécédent d'avortement

Tableau 11 : variation du taux d'infection en fonction des antécédents d'avortement dans les élevages.

Avortement	Nombre d'élevages	Nombre de foyers	Taux d'infection
Oui	2	0	0%
Non	7	3	42.85%
Total	9	3	33.33%

On constate que la majorité des élevages étudiés ne présentent pas d'avortement et 43 % d'entre eux sont des foyers brucelliques.

c. Introduction de nouveaux animaux

Tableau 12: variation du taux d'infection en fonction d'introduction de nouveaux animaux.

Introduction de nouveaux animaux	Nombre d'élevages	Nombre de foyers	Taux d'infection
Oui	0	0	0 %
Non	9	3	33.33 %
Total	9	3	33.33 %

D'après le tableau, on constate que 33.33 % des élevages qui n'ont pas introduit de nouveaux animaux sont positifs.

d. Pâturage commun avec d'autres animaux :

Tableau 13 : variation du taux d'infection en fonction du pâturage commun avec d'autres animaux.

Pâturage commun avec d'autres animaux	Nombre d'élevages	Nombre de foyers	Taux d'infection
Oui	4	2	50 %
Non	5	1	20 %
Total	9	3	33.33 %

On constate que les élevages qui ont un pâturage commun avec d'autres animaux présente un taux d'infection de 50 % contrairement aux élevages qui n'ont pas un pâturage commun avec d'autres animaux présente un taux d'infection de 20 %.

IV. Discussion

IV. Discussion :

La brucellose, zoonose majeure, elle est classée comme la deuxième maladie à déclaration obligatoire en Algérie après la leishmaniose cutanée. L'incidence de la brucellose humaine en Algérie est à la hausse, elle est passée de 21 pour 100.000 habitants en 2016 à 24,43 cas pour 100.000 habitants, en 2017 (**I.N.S.P, 2017**).

La direction des services vétérinaires décaler que l'origine de la majorité des cas humains est la contamination à partir de caprins infectés.

Dans la présente étude, nous avons évalué la séroprévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Tipaza, en particulier dans les six communes : Tipaza, Ain Tagourait, Bourkika, Sidi Rached, Ahmerelain, Fouka, durant la période allant de février à mai 2023. Pour se faire, nous avons collecté 100 prélèvements caprins de 9 élevages différents.

Les résultats sérologiques obtenus par l'utilisation de test de Rose Bengale révèlent une séroprévalence individuelle de 3 % et une séroprévalence cheptel de 33.33 %, ce taux est inférieur à celui rapporté par la DSV en 2018, à l'échelle nationale, qui est de 5,74%. Cela peut être expliqué par l'application du mode extensif des élevages, qui diminue le risque de promixuité et donc de contamination. Une augmentation de l'intensité de l'élevage, c'est-à-dire le regroupement de chèvres en grand nombre dans des espaces restreints, peut favoriser la propagation de la brucellose. Des études ont montré que les élevages avec une densité élevée de chèvres peuvent faciliter la transmission de *Brucella* entre les animaux, augmentant ainsi le taux d'infection (**Garin-Bastuji et al., 2014**).

Aussi il faut noter que tous les élevages étudiés n'ont pas introduit de nouveaux animaux et n'empruntent pas des boucs pour la saillie des femelles étudiées. Les mouvements fréquents d'animaux entre différents élevages peuvent faciliter la propagation de la brucellose. L'introduction de nouveaux individus infectés dans un troupeau peut entraîner une augmentation du taux d'infection chez les chèvres déjà présentes. Des mesures de quarantaine et de dépistage sont essentielles pour prévenir la propagation de *Brucella* (**Godfroid et al., 2011**).

Si on comparait les résultats de notre étude avec ceux obtenus par d'autres études, nous retrouvons que **Lounes (2007)** a rapporté une séroprévalence individuelle de 2,14 % et une séroprévalence cheptel de 7,32% dans la wilaya de Tipaza. Ces taux sont plus faibles de ceux que nous avons retrouvés.

À Tizi-Ouzou, **Abizar (2020)** a rapporté une prévalence 9,9% chez les caprins.

La différence de la séroprévalence signalées peut également être due à la variation du climat dans ces différentes régions comme il a été cité précédemment (**Ferney et Chantal, 1976**). Il a été également rapporté que les prévalences étaient plus élevées dans les zones méridionales au climat plus humide (**Gidel et al., 1976**). L'intensification des méthodes d'élevage semble également avoir une influence sur l'épidémiologie de la maladie. En Erythrée, la prévalence apparente de la brucellose était de 8,2 % dans les cheptels laitiers périurbains contre 5 % dans les cheptels traditionnels (**Omer et al., 2000**).

Nous nous sommes intéressés à plusieurs facteurs de sensibilité liés à l'animal : l'âge, le sexe, la gestation et l'avortement. Une analyse de la littérature scientifique révèle que l'âge et le sexe des animaux ont une incidence significative sur la prévalence de la brucellose caprine, **Ducrotoy et al. (2014)** ont réalisé une étude sur la brucellose en tant que menace émergente dans les économies en développement, en se concentrant sur le cas du Nigeria. Ils ont constaté que les animaux adultes, en particulier les chèvres adultes, sont les plus touchés par cette maladie. Les chèvres adultes ont une plus longue exposition aux agents pathogènes au cours de leur vie, ce qui les rend plus vulnérables à l'infection par *Brucella* (**Ducrotoy et al., 2014**).

On constate que les animaux adultes et les femelles sont les plus touchés par la brucellose caprine. De plus, la littérature scientifique montre que les femelles chèvres sont plus prédisposées à la brucellose que les mâles. Les facteurs tels que la gestation, la mise bas et l'allaitement peuvent affaiblir le système immunitaire des femelles, les rendant ainsi plus sensibles à l'infection par *Brucella* (**Ducrotoy et al., 2014**).

En outre, le risque d'infection semble augmenter avec l'âge comme il a été décrit précédemment (**Silva et al., 2000**). Cette augmentation du risque d'infection avec l'âge correspond logiquement à une plus grande probabilité d'exposition au risque chez les animaux âgés.

Dans notre étude les femelles gestantes sont les plus sensibles à l'infection, en effet, la gestation est un facteur de sensibilité de la brucellose animale (**Ganière, 2004**).

Nous avons étudié également la variation du taux d'infection en fonction de quelques facteurs liés à la conduite de l'élevage, les résultats ont montré que les foyers détectés sont des élevages mixtes (présence d'autres espèces : bovine, ovine et canine) contrairement aux élevages caprins qui sont séronégatifs. La cohabitation avec des espèces animales susceptibles

de porter et de transmettre la bactérie *Brucella* peut augmenter la probabilité de contact et de contamination des chèvres par cette maladie. Ces contacts inter-espèces peuvent entraîner une augmentation significative du taux d'infection par rapport aux élevages qui n'ont pas un pâturage commun avec d'autres animaux **(Seleem et al., 2010)**.

Dans notre étude, sur les 58 femelles testées, 5 ont présenté des avortements, dont deux étaient positives au test brucellose. Ceci s'explique par le fait, que l'avortement est considéré comme l'un des signes cliniques courants de la brucellose caprine, mais il est important de noter que ce symptôme n'est pas spécifique à cette maladie. Il peut être observé dans diverses autres conditions infectieuses, telles que la chlamydiose, la fièvre Q, l'herpès virus caprin, la toxoplasmose, ainsi que des causes non infectieuses telles que des problèmes nutritionnels, des facteurs environnementaux, et des maladies métaboliques **(Alton et al., 1988)**.

Un diagnostic précis de la cause de l'avortement chez les chèvres nécessite une approche systématique et la réalisation d'examens complémentaires tels que des tests sérologiques, des cultures bactériennes, des examens histopathologiques, et des enquêtes épidémiologiques approfondies. Des protocoles de diagnostic différencié doivent être suivis pour identifier correctement la cause sous-jacente de l'avortement dans un troupeau donné **(Corbel, 2006)**.

Il est donc essentiel que les vétérinaires et les éleveurs prennent en compte cette variabilité des symptômes d'avortement chez les chèvres et qu'ils mènent des investigations approfondies pour déterminer la cause exacte des avortements dans leur troupeau. Une identification précise de la cause est cruciale pour mettre en œuvre des mesures de prévention et de contrôle adaptées à la situation spécifique, qu'il s'agisse de la brucellose ou d'autres facteurs responsables des avortements observés.

Par ailleurs, les élevages qui ont un pâturage commun avec d'autres animaux présentent un taux d'infection de 50 % contrairement aux élevages qui n'ont pas un pâturage commun avec d'autres animaux présente un taux d'infection de 20 %. La littérature scientifique a effectivement étudié l'impact de certains facteurs liés à la conduite de l'élevage sur le taux d'infection de la brucellose caprine, notamment la cohabitation avec d'autres animaux sur un pâturage commun. Plusieurs études ont montré que les élevages qui ont un pâturage commun avec d'autres animaux présentent un risque accru d'infection par la brucellose caprine **(Seleem et al., 2010)**.

La littérature met en évidence l'importance de la mise en place de mesures de biosécurité efficaces pour réduire le risque de transmission de la brucellose dans les élevages. Le maintien d'un pâturage séparé pour les chèvres et d'autres espèces animales, ainsi que le contrôle des mouvements d'animaux entre les troupeaux, sont des stratégies essentielles pour minimiser la propagation de *Brucella* et réduire le taux d'infection (**Godfroid et al., 2011**).

Il est essentiel que les éleveurs et les vétérinaires prennent en compte ces résultats et mettent en œuvre des mesures appropriées de biosécurité pour prévenir et contrôler la brucellose caprine. Le maintien de la séparation entre les espèces animales et la mise en place de bonnes pratiques d'hygiène contribueront à réduire le taux d'infection et à maintenir la santé des troupeaux de chèvres.

Au final, il faut noter que notre étude constitue la première enquête descriptive menée dans la région et les résultats constituent des données préliminaires sur la brucellose caprine dans la région qui donnent des perspectives pour une étude plus étendue dans l'espace avec plus d'animaux testés pour avoir une idée plus exacte de la prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Tipaza.

V. Conclusion et Recommandations

V. Conclusion et recommandations :

En Algérie, la brucellose caprine constitue toujours un problème majeur de santé publique et animale. Elle continue à se propager malgré la mise en place, depuis 1995, d'un programme de lutte contre la brucellose des petits ruminants. La prévalence de la brucellose caprine reste encore mal estimée, c'est pour cette raison que nous avons mené notre étude afin d'évaluer la séroprévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Tipaza qui est une région d'élevage caprin.

Il est strictement important d'appliquer des mesures prophylactiques et la mise en place urgente d'un programme de contrôle de la maladie animale. Afin d'améliorer cette situation il est nécessaire de suivre ces recommandations :

- ✓ Un dépistage très large doit être réalisé dans toutes les wilayas, touchant les trois espèces concernées (caprines, ovines et bovines), afin d'évaluer la prévalence de la brucellose animale en Algérie, mais aussi en l'identification des espèces de *Brucella* responsables.
- ✓ L'identification de cheptel doit se faire au même temps que le dépistage, car aucune prophylaxie ne peut être efficace sans celle-ci.
- ✓ Eviter les mixité des élevages et surtout l'introduction des animaux issus de troupeaux à statut sanitaire inconnu.
- ✓ Instaurer des campagnes de vaccination des animaux dans tout le territoire algérien.
- ✓ Instaurer un programme de vulgarisation pour faire connaître cette maladie dangereuse pour l'homme et l'animal avec l'éducation sanitaire des éleveurs et des travailleurs de fermes, sur les techniques d'hygiène de base, ainsi que sur l'utilisation de méthodes de désinfection et de protection individuelle.
- ✓ Instaurer des campagnes de sensibilisation de la population (éleveurs et consommateurs), en insistant sur la source d'infection et les modes de transmission de la maladie, ainsi que d'expliquer à toutes les personnes concernées les avantages du dépistage et de la vaccination.
- ✓ La coopération avec les autorités de santé publique pour enquêter sur des cas humains.

Références bibliographiques

- **Sergent E, Gillot V, Lemaire G., (1908).** Études sur la fevre méditerranéenne chez les chèvres algéroises en. Annales de l'Institut Pasteur In "Recherches expérimentales sur la pathologie algérienne (microbiologie-parasitologie),1902-1909*, (éd Sergent, E.); 235-265.
- **Comité mixte FAO /OMS d'expert de la brucellose., (1970),** p58
- **Alton, G.G., Fensterbank, R., Plommet, M. and Verger, J.M., 1984.** La brucellose de la chèvre. Les Maladies de la Chèvre, Niort, France, 9-11 pp. 69-91.
- **Fensterbank R., (1985).** Allergic diagnosis of brucellosis. In: Plommet M, Verger JM, editors. B. melitensis. Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht; pp. 167-72.
- **Cherif, A., Benelmoufok, 4. & Doudou, A, (1986),** "Consommation de fromage de chèvre et brucellose humaine à Chardaïa (Algérie)". Arch. Inst. Pasteur. Algtrie. T 55, 9-14.
- **Comité mixte FAO /OMS d'expert de la brucellose., (1986),** pp27
- **Smith MC., (1986).** Causes and diagnosis of abortion in goats. In Morrow DA, editor. Current therapy in theriogenology, ed 2, Philadelphia, WB Saunders.
- **Alton GG, Jones IM, Angus RD, Verger JM., (1988).** Techniques for the Brucellosis Laboratory. Institut National de la Recherche Agronomique, Nouzilly, France.
- **Alton, G. G., Jones, L. M., Angus, R. D., & Verger, J. M. (1988).** Techniques for the Brucellosis Laboratory. Institut National de la Recherche Agronomique.
- **Perry MB, Bundle DR., (1990).**Lipopolysaccharide antigens and carbohydrates of Brucella. In: Adams LG, editor. Advances in Brucellosis Research Austin (TX): Texas A & M University ;76-88.
- **Ganiere, J.P., (1990).** La brucellose animale, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises; Merial (Lyon).
- **MacMillan A., (1990).** Conventional serological tests. In: Nielsen K, Duncan JR, editors, Animal Brucellosis. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 153-98.
- **Alton GG., (1990).** Brucella melitensis. In: Nielsen K, Duncan JR, editors. Animal Brucellosis. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 383-409.

- **Cherif** , « les brucellose animales a Ghardata », séminaire sur les brucelloses, Ghardata 14 et 15 novembre **1990**.

- **Blasco JM, Garin-Bastuji B, Marin CM, Gerbier G, Fanlo J, Jime' nez de Bagu" é es MP., (1994)**. Efficacy of different rose bengal and complement fixation antigens for the diagnosis of *Brucella melitensis* in sheep and goats. *Veterinary Records* 134:415-20

- **Vassallo D.J.,(1996)**. The saga of brucellosis: controversy over the credit for linking Malta fever with goat's milk. *Lancet*. 348, 804-808.

- **Alton G.G., Forsyth J.R.L., (1996)** chapter 28: *Brucella*. In: Baron S, editor. *Medical Microbiology*. 4th edition

- **Grillo M., Barberin M. & Blasco J.M., (1997)**. Transmission of *Brucella melitensis* from sheep to lambs. *Vet. Rec.*, 140 (23),602-605

- **Garin-Bastuji B, Lasco JM, Grayon M, Verger JM. B., (1998)**. *melitensis* infection in sheep: present and future. *Veterinary Research*; 29:255-74.

- **Garin-Bastuji B, Blasco JM., (1998)**. Caprine and ovine brucellosis (excluding *B. ovis*). In: *Manual of Diagnostic Tests And Vaccines for Terrestrial Animals*, 5th edn. OIE, Paris France; pp 598-606.

- **Wyatt H.V., (1999)**. Royal Navy surgeons and the transmission of brucellosis by goats" milk. *J. R. Nav. Med. Serv.*,85, 112-117.

- **Wyatt H.V., (2000)**. Sir Themistocles Zammit: his honours and an annotated bibliography of his medical work. *Maltese Med. J.*, 12, 27-30

- Radottis t. D, Gay C. C. E inchalt w K (2000)**. *Veterinary Medicine, Textbook Of the Diseases of Cattle, Sheep, Goats and Hones il ed*. New York, W.B. Saunders Company Ltd, pp: 867-882.

- **Janbon F., (2000)**. Brucellose. *Encycl Méd Chir Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, Maladies infectieuses*, 8-038-A-10, pp 7_8

- **Benkirane A., (2001)**. Surveillance épidémiologique et prophylaxie de la brucellose des ruminants : l'exemple de la région Afrique du Nord et Proche-Orient. *Rev. sci. tech. Off.*

int. Epiz, 20 (3), 757-767

- **Boschioli ML, Foulongne V, O'Callaghan D., (2001).** Current Opinion in Microbiology. Brucellosis: a worldwide zoonosis. 4(1): 58-64.
- **Porte F., Naroeni A., Ouahrani S. & Liautard J., (2003).** Role of the Brucella suis lipopolysaccharide O antigen in phagosomal genesis and in inhibition of phagosome-lysosome fusion in murine macrophages. Infect Immun 71: 1481-1490
- **Wyatt HIV., (2005).** How Themistocles Zammit found Malta Fever (brucellosis) to be transmitted by the milk of goats. roy. Soc. Med., 98, 451-454.
- **FAO., (2003).** Guidelines for coordinated human and animal brucellosis surveillance. FAO Animal Production and Health Paper 156p
- **GANIÈRE J.P., (2004).** La brucellose animale. Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Écoles Nationales Vétérinaires françaises, Merial, Lyon.
- **Acha, P. N., and Szytles, B., (2005).** Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux (troisième édition) (OIE, ed), vol. I. Bactérioses et Mycoses, pp. 26-52
- **Lapaque N, Moriyon I, Moreno E, Gorvel JP., (2005).** Current Opinion in Microbiology: Brucella lipopolysaccharide acts as a virulence factor;8(1):60-66.
- **Pappas G, Akritidis N, Bosilkovski M, Tsianos E., (2005).** N Engl J Med. Jun 2;352(22):2325-36. Brucellosis.
- **Pappas G, Papadimitriou P, Akritidis N, Christou L, Tsianos EV., (2006).** The new global map of human brucellosis. Lancet Infect Dis.6: 91-99.
- **Benkirane A.,(2006).** Ovine and caprine brucellosis: World distribution and control / eradication strategies in West Asia / North Africa region. Small Rum Res. 62: 19-25
- **Osterman I., Moriyon., (2006)** international Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 56, 1173-117
- **Corbel, M. J., (2006).** Food and Agriculture Organization of the United Nations, World

Health Organization & World Organisation for Animal Health. Brucellosis in humans and animals.

- **Corbel, M. J. (2006).** Brucellosis: an overview. *Emerging Infectious Diseases*, 12(7), 1259-1261. doi:10.3201/eid1207.050854
- **Maurin, M., (2007).** Brucella. In « Précis de Bactériologie Clinique » (J. Freney, F. Renaud, R. Leclercq and P. Riegel, eds.), pp. 1377-1385. Edition ESKA.
- **Radostis OM, CC Gay, KW Hinchcliff, PD Constable, (2007).** *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats.* Saunders Eisevier, Edinburgh, pp. 963-984
- **Off, (2009).** World Animal Health Information Database Version: 1.4. World Animal Health Information Database. Paris, France.
- **Javitt J. M, Paez Z, Duran J, Melendez I., (2009).** Seroprevalencia de la brucelosis en pequeños rumiantes. REDVET Rev Electr Vet Spain. Veterinaria Organizacion
- **Smith MC. Mary and David M. Sherman., (2009).** Goat Medicine, Second Edition, chapter 13: reproductive system: brucellosis pp 588-589
- **Lounes Nedjma., (2009).** Historique du dépistage et prophylaxie de la brucellose bovine en Algérie, recueil des Ateliers d'épidémiologie animale, 2009, Vol 1, p 07.
- **Seleem MIN, Boyle SM, Sriranganathan N., (2010).** Brucellosis: a re-emerging zoonosis. *Vet Microbiol*; 140 (3-4):392-8
- **Samadi Assadullah, M.IV.K. Ababneh, N.D. Giadinis2and S.Q. Laf., (2010).**in *Ovine and caprine brucellosis (Brucella melitensis) ,CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 5, No. 042
- **Megid, J., Mathias, L.A, and Robles, C.A.,(2010).** Clinical manifestations of brucellosis in domestic animals and humans. *Open Veterinary Science Journal.* 4: 119-126.
- **Pereira F, Amorim A., (2010).** Origin and spread of goat pastoralism. *Encyclopedia of Life Science.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

- **Blasco J.M., (2010),** Control and eradication strategies for *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. *Prilozi*, 31 (1), 145-165.
- **Corbel Michael., Menachan Banal,(2010).** in *The Open Veterinary Science Journal*, Taxonomy of brucella vol 4, pp 85-101
- **Nielsen K, Yu WI. (2010).** Serological diagnosis of brucellosis. *Contributions, Sec. Biol. Med. Sci., MASA*, XXXI, 1, pp. 65-89 .
- **Ganière J.-P., (2010).** La brucellose animale, *Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises; Merial* (Lyon).
- **Godfroid Jacques, Klaus Nielsen, and Claude Saegerman., (2010).** Diagnosis of Brucellosis in Livestock and Wildlife. *Croat Med J.* 51(4): 296-305.
- **Seleem, M. N., Boyle, S. M., & Sriranganathan, N. (2010).** Brucellosis: A re-emerging zoonosis. *Veterinary Microbiology*, 140(3-4), 392-398. doi:10.1016/j.vetmic.2009.06.021
- **Blasco J.M. & Molina-Flores B., (2011),** Control and eradication of *Brucella melitensis* infection in sheep and goats. *Vet. Clin. N. Am. (Food Anim. Pract.)*, 27 (1), 95-104
- **Lavigne, J.P. and O'Callaghan, D., (2011).** *Brucella*. In "Bactériologie Médicale" (François Denis, Marie-Cécile Poly, Christian Martin, Edouard Bingen and R. Quentin, eds.), pp. 372-380. Elsevier Masson.
- **Godfroid, J., Al Dahouk, S., Pappas, G., Roth, F., Matope, G., Muma, J., ... & Scholz, H. C. (2011).** A "One Health" surveillance and control of brucellosis in developing countries: moving away from improvisation. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 34(4), 379-388. doi:10.1016/j.cimid.2011.02.003
- **Pugh David G & A.N. Baird. Sheep and Goat Medicine., (2012),** 2nd Edition, Chapter 8: Theriogenology of Sheep and Goats, Brucellosis P 215
- **Purcell Bret K., Robert Rivard., (2012).** Chapter 11 : Brucellosis biodefense research methodology and animal models p201
- **OLE., (2012).** World Animal Health Information Database. Version 2. World Animal Health Information Database. Paris, France.

- **Alavi S.M., L. Alavi, (2013)** treatment of brucellosis: a systematic review of studies in recent twenty years. *Caspian J. intern. Med* 4(2): 636-641.
- **Godfroid J, Garin-Bastufi B, Saegerman C, Blasco JM., (2013).** Brucellosis in terrestrial wildlife. *Revue scientifique et technique de l'OIE*.32, pp. 27-42.
- **Gwida M, Al Dahouk S, Melzer F, Roster U, Neubauer H, et al., (2013).** Brucellosis regionally emerging zoonotic disease. *Croat Med J*.51: 289-295.
- **Diaz. Aparcio., (2013).** Epidemiology of brucellosis in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus* *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 32 (1), 53-60.
- **Ferreira AC, Cardoso R, Travassos Dias I, Mariano I, Belo A, Rolao Preto I, et al., (2013).** Evaluation of a modified Rose Bengal test and an indirect enzyme-linked immunosorbent assay for the diagnosis of *Brucella melitensis* infection in sheep. *Veterinary Research*,34:297-305
- **Wyatt HIV., (2013).** Lessons from the history of brucellosis. *Rev Sci Tech*; 32:17-25.
- **Poulsen KP, Hutchins FT, MoNulty CM, Tremblay M, Zabala C, et al., (2014).** Brucellosis in dairy cattle and goats in northern Ecuador. *Am J Trop Med Hyg*.90: 712-715
- **Ducrotoy, M. J., Bertu, W. J., Ocholi, R. A., Gusi, A. M., Bryssinckx, W., Welburn, S., & Moriyón, I. (2014).** Brucellosis as an emerging threat in developing economies: Lessons from Nigeria. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(7), e3008. doi:10.1371/journal.pntd.0003008
- **Miguel M.s, Marin C.M, Mufoz. M.P, Dieste L., Grillo M.5.& Blasco J.M, (2015);** Development of a selective culture medium for primary isolation of the main *Brucella* species. *J. clin. Microbiol.*, 49 (4), 1458-1463.
- **Mekkonen Addis., (2015).** Public Health and Economic Importance of Brucellosis: A Review, *Public Policy and Administration Research* ISSN 2224-5731(Paper) ISSN 2225-0972(Online) Vol.5, No.7.

- **Adams L. Garry, Paul de Figueiredo, yz Thomas A. Ficht, Allison Rice-Richt, X Carlos A. Rossetti., (2015).** Pathogenesis and Immunobiology of Brucellosis Review of Brucellae Host Interactions. The American Journal of Pathology Vol. 185, No. 6.
- **Constable Peter, Kenneth W. Hincheliff, Stanley H. Done, Walter GRÜNBERG., (2016).** veterinary medicine 11th edition vol 2 chapter 18: Diseases Primarily Affecting the Reproductive System pp 1781-1784
- **Lounes Nedima. (2016).** Étude des propriétés biologiques des brucella responsables de la maladie et leur distribution en Algérie, chapitre 3 :épidémiologie de la brucellose pp35-38.
- **Rossetti Carlos A., Angela M. Arenas Gamboz, Bstefania Maurizio, (2017).** Caprine brucellosis: A historically neglected disease with significant impact on public health. PLOS Neglected Tropical Diseases.
- **OTE terrestrial manual (2018),** chapitre 3.1 4 brucellosis (*brucella abortus*, *b.melitensis* et *b. suis*) pp355-398.
- Figure 3: avorton d'une chèvre (https://www.scaprin26.com/site_content/14-maladies).

ANNEXES

ANNEXE 01 : FICHE DE RENSEIGNEMENTS.

Wilaya :

Commune :

Renseignements concernant l'animal prélevé :

Identification :

Race :

Sexe: ☐ mâle ☐ femelle.

Age :

Saillie: ☐ naturelle ☐ artificielle.

Empreint de boucs pour la saillie : ☐ oui ☐ non

Gestation: ☐ oui ☐ non

Stade de gestation :

Nombre de gestations :

Avortement : ☐ oui ☐ non

Avortement au cours du: ☐ premier tiers ☐ deuxième tiers ☐ troisième tiers.

Orchite : ☐ oui ☐ non

Renseignements concernant l'élevage prélevé :

Élevage N°:

Taille de l'élevage (nombre d'animaux) :

Mode d'élevage: ☐ intensif ☐ extensif

Antécédents d'avortement: ☐ oui ☐ non

Antécédents de brucellose: ☐ oui ☐ non

Antécédents de brucellose dans les élevages voisins: ☐ oui ☐ non

Présence d'autres espèces animales: ☐ bovine ☐ ovine ☐ canine ☐ autre ☐ aucune.

Introduction de nouveaux animaux: ☐ oui ☐ non

Pâturage commun avec d'autres animaux: ☐ oui ☐ non

Mode d'abreuvement: ☐ robinet ☐ sonde/bâche ☐ puits ☐ oued ☐ source.

Désinfection: ☐ oui ☐ non

Soins vétérinaires: ☐ oui ☐ non.

Vaccination contre la brucellose: ☐ oui ☐ non.

Date de vaccination :

Production de produits laitier : ☐ lait ☐ petit lait ☐ lait caillé ☐ beurre ☐

fromage. Production laitière : ☐ familiale ☐ commerciale

ANNEXE 02 : Notice du réactif Rose Bengale.



ROSE BENGAL

Rose de Bengale Agglutination sur lame

Détermination qualitative d'anticorps anti-Brucella IVD

Conserver à 2-8°C

PRINCIPE DE LA METHODE

La Rose de Bengale est une technique d'agglutination sur lame visant à la détection qualitative et semi-quantitative d'anticorps anti-Brucella 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.

SIGNIFICATION CLINIQUE

Le diagnostic de la brucellose peut être établi soit par l'isolement du microorganisme dans le sang ou les selles, soit par la démonstration de la présence d'anticorps spécifiques dans le sérum du patient. Le réactif, compte tenu de sa formulation dans un tampon de pH acide, est capable de réagir avec des anticorps IgG ou IgM, c'est pourquoi il sera très utile au diagnostic d'individus en phase chronique de la maladie, lesquels présentent un niveau élevé d'anticorps IgG, difficiles à détecter par la méthode traditionnelle d'agglutination avec tube (Wright).

RÉACTIFS

Rose Bengale	Suspension de <i>Brucella abortus</i> souche S99, dans Tampon Lactate 1 mol/L, phénol 5 g/L, Rose Bengale, pH 3,6.
Contrôle + Bouchon rouge	Sérum animal, avec un contenu d'anticorps anti-Brucella > 50 UI/mL. Conservateur
Contrôle - Bouchon bleu	Sérum animal. Conservateur

PRÉCAUTIONS

Phénol : Toxique (T) R24/25 : Toxique au contact de la peau et par ingestion. R34 : Provoque des brûlures. S28.2 : En cas de contact avec la peau, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau. S45 : En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin.

CALIBRATION

La sensibilité du réactif est standardisée par rapport à la 2^e Préparation de sérum bovin anti-*Brucella abortus* de NIBS (UK)(WHO).

CONSERVATION ET STABILITÉ

Tous les réactifs du kit sont prêts à l'emploi. Indices de détérioration des réactifs : Présence de particules.

Tous les composants du kit sont stables jusqu'à la date de péremption indiquée sur l'étiquette, et si les flacons sont maintenus hermétiquement fermés à 2-8°C, à l'abri de la lumière et des sources de contamination. Ne pas congeler : la congélation des réactifs altère irréversiblement leur fonctionnalité.

MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE

- Agitateur mécanique rotatif à vitesse réglable à 80-100 r.p.m.
- Agitateur Vortex
- Pipettes de 50 µL

ÉCHANTILLONS

Sérum frais. Stable 7 jours à 2-8°C ou 3 mois à -20°C.

Les échantillons avec des traces de fibrine doivent être centrifugés avant l'essai. Ne pas utiliser d'échantillons fortement hémolysés ou lipémiques.

PROCÉDURE

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.

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.

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.

CALCULS

La concentration approximative d'anticorps anti-Brucella dans l'échantillon du patient s'obtient de la manière suivante :

$$25 \times \text{Titre d'anti-Brucella} = \text{UI/mL}$$

CONTROLE DE QUALITE

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.

VALEURS DE REFERENCE

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

CARACTERISTIQUES DE LA METHODE

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 %

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.

REMARQUES

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.

BIBLIOGRAPHIE

1. Young E J. Clinical Infectious Diseases 1995; 21: 283-290.
2. Alton GC. Techniques for Brucellosis Laboratory INRA Paris, 1988.
3. Ariza J. Current Opinion in Infectious Diseases 1996; 9: 126-131.
4. Comité mixte FAO/OMS de experts en Brucellose. WLD Health Org Tech Rep Ser 1958; 148: 1-60.
5. Young DS. Effects of drugs on clinical laboratory test, 4th ed. AACCPress, 1995.

PRÉSENTATION

Réf. : 1200901 50 tests

Cont.	: 2,5 mL Rose Bengale
	: 1 mL Contrôle +
	: 1 mL Contrôle -
	: 8 x 6 lames jetables



ANNEXE 03 : Tableau des renseignements concernant les élevages étudiés.

Renseignements sur l'élevage	Elevages								
	Elevage 01	Elevage 02	Elevage 03	Elevage 04	Elevage 05	Elevage 06	Elevage 07	Elevage 08	Elevage 09
Taille de l'élevage (nombre d'animaux).	4	97	63	24	57	60	18	5	11
Mode d'élevage	extensif	extensif	extensif	extensif	extensif	extensif	extensif	extensif	extensif
Antécédents d'avortement	non	non	non	non	oui	oui	non	non	non
Antécédents de brucellose	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Antécédents de brucellose dans les élevages voisins	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Présence d'autres espèces animales	Bovine canine	Ovine canine	Ovine	Ovine canine	Aucune	Ovine	Aucune	Ovine	Ovine
Introduction de nouveaux animaux	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Pâturage commun avec d'autres animaux	non	oui	oui	non	non	oui	non	non	oui
Mode d'abreuvement	robinet	robinet	robinet	robinet	robinet	robinet	robinet	robinet	robinet
Désinfection	non	non	non	oui	oui	non	oui	oui	non
Soins vétérinaires	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Vaccination contre la brucellose	non	non	non	non	non	non	non	non	non
Date de vaccination	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Production de produits laitiers	lait	lait	lait	lait	lait	lait	fromage	lait	lait
Production laitière	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale	familiale
Commune	Tipaza	Ain Tagourait	Bourkika	Sidi Rached	Ahmerelain	Bourkika	Fouka	Ahmerelain	Bourkika

ANNEXE 04 : Tableau des renseignements concernant les animaux étudiés.

N°	Commune	Identification	Race	Sexe	Age	Saillie	Empreint de boucs pour la saillie	Gestation	Stade de gestation	Nombre de gestation	Avortement	Avortement au cours du	Orchite	Résultat (+/-)
1	Tipaza	0027	locale	F	5 ans	naturelle	non	oui	2 mois	04	non	/	/	-
2	Tipaza	0050	locale	M	6 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
3	Ain Tagourait	0032	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
4	Ain Tagourait	0048	locale	F	4 ans	naturelle	non	oui	3 mois	03	non	/	/	-
5	Ain Tagourait	0003	locale	M	6 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
6	Ain Tagourait	0007	locale	F	1 an	naturelle	non	non	/	/	/	/	/	-
7	Ain Tagourait	0022	locale	F	1 an	naturelle	non	non	/	/	/	/	/	-
8	Ain Tagourait	0034	locale	F	2 ans	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
9	Ain Tagourait	0033	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
10	Ain Tagourait	0001	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-

11	Ain Tagourait	0012	locale	M	8 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
12	Ain Tagourait	0002	locale	F	4 ans	naturelle	non	oui	2 mois	02	non	/	/	-
13	Ain Tagourait	0045	locale	F	3 ans	naturelle	non	oui	2 mois	02	non	/	/	-
14	Ain Tagourait	0009	locale	F	4 ans	naturelle	non	oui	2 mois	02	non	/	/	-
15	Ain Tagourait	0010	locale	M	12 mois	/	non	/	/	/	/	/	non	-
16	Ain Tagourait	0043	locale	F	3 ans	naturelle	non	oui	3 mois	02	non	/	/	-
17	Ain Tagourait	0008	locale	F	2 ans	naturelle	non	oui	2 mois	01	non	/	/	-
18	Ain Tagourait	0039	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
19	Bourkika	0213	locale	F	5 ans	naturelle	non	non	/	04	non	/	/	-
20	Bourkika	0215	locale	F	1 an et demi	naturelle	non	oui	début de gestation	00	non	/	/	-
21	Bourkika	0224	locale	F	2 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	/	-

22	Bourkika	0209	locale	F	4 ans	naturelle	non	oui	début de gestation	03	non	/	/	-
23	Bourkika	0219	locale	F	4 ans	naturelle	non	non	/	03	non	/	/	-
24	Bourkika	0232	locale	F	1 an	naturelle	non	oui	début de gestation	00	non	/	/	-
25	Bourkika	0237	locale	F	1 an	naturelle	non	oui	fin de gestation	00	non	/	/	-
26	Bourkika	0241	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
27	Bourkika	0245	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
28	Sidi Rached	0042	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
29	Sidi Rached	0019	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
30	Sidi Rached	0014	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
31	Sidi Rached	0026	locale	F	6 mois	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
32	Sidi Rached	0021	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
33	Sidi Rached	4824	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-

34	Sidi Rached	4898	locale	F	18 mois	naturelle	non	oui	4 mois	01	non	/	/	-
35	Sidi Rached	4833	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
36	Sidi Rached	0025	locale	F	3 ans	naturelle	non	oui	2 mois	02	non	/	/	-
37	Sidi Rached	0029	locale	F	2 ans	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
38	Sidi Rached	0041	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
39	Sidi Rached	0038	locale	F	6 ans	naturelle	non	oui	2 mois	04	non	/	/	-
40	Sidi Rached	0031	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
41	Sidi Rached	0036	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
42	Sidi Rached	0037	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
43	Sidi Rached	0028	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
44	Sidi Rached	0006	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-

45	Sidi Rached	0047	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
46	Sidi Rached	0015	locale	F	7 ans	naturelle	non	non	/	06	non	/	non	-
47	Sidi Rached	0017	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
48	Sidi Rached	0018	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
49	Sidi Rached	0020	locale	M	5 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
50	Sidi Rached	0049	locale	F	3 ans	naturelle	non	oui	3 mois	02	non	/	/	-
51	Sidi Rached	0044	locale	M	6 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
52	Ahmerelain	0243	locale	F	5 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	non	-
53	Ahmerelain	0208	locale	F	6 ans	naturelle	non	non	/	03	non	/	/	-
54	Ahmerelain	0226	locale	F	8 mois	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
55	Ahmerelain	0217	locale	F	8 mois	naturelle	non	non	/	01	oui	Premier tiers	/	-
56	Ahmerelain	0246	locale	M	8 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
57	Ahmerelain	0235	locale	F	3 ans	naturelle	non	oui	/	03	non	/	/	-

58	Ahmerelain	0210	locale	F	2 ans	naturelle	non	oui	/	02	oui	deuxième tiers	/	-
59	Ahmerelain	0231	locale	F	4 ans	naturelle	non	oui	/	05	oui	troisième tiers	/	-
60	Ahmerelain	0238	locale	F	2 ans	naturelle	non	oui	/	01	oui	Premier tiers	/	-
61	Ahmerelain	0250	locale	M	2 ans	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
62	Bourkika	0249	locale	F	6 ans	naturelle	non	non	/	04	non	/	/	-
63	Bourkika	0206	locale	F	2 ans	naturelle	non	oui	2 mois	02	non	/	/	-
64	Bourkika	0202	locale	M	1 an et demi	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
65	Bourkika	0204	locale	M	1 an et demi	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
66	Bourkika	0234	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	+
67	Bourkika	0247	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
68	Bourkika	0244	locale	F	1 an	naturelle	non	non	/	01	oui	Premier tiers	/	-
69	Fouka	FR0016	saanen	F	3 ans	naturelle	non	oui	4 mois	02	non	/	/	-
70	Fouka	FR0024	saanen	F	3 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	/	-
71	Fouka	FR0011	saanen	F	1 an	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-

72	Fouka	FR0013	saanen	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
73	Fouka	FR0004	saanen	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
74	Fouka	FR0242	saanen	F	1 an	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
75	Fouka	FR0201	saanen	F	1 an	naturelle	non	oui	5 mois	01	non	/	/	-
76	Fouka	FR0230	saanen	F	2 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	/	-
77	Fouka	FR0205	saanen	F	10 mois	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
78	Fouka	FR0227	croisée	F	10 mois	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
79	Fouka	FR0216	saanen	F	10 mois	naturelle	non	non	/	/	non	/	/	-
80	Fouka	FR0228	saanen	M	10 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
81	Fouka	FR0035	saanen	M	2 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
82	Fouka	FR0005	croisée	M	2 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
83	Fouka	FR0030	croisée	M	2 mois	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
84	Fouka	FR0023	saanen	F	4 ans	naturelle	non	non	/	03	non	/	/	-
85	Ahmerelain	0212	locale	F	2 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	/	-
86	Ahmerelain	0207	locale	F	4 ans	naturelle	non	non	/	03	non	/	/	+
87	Ahmerelain	0211	locale	F	5 ans	naturelle	non	non	/	04	non	/	/	-
88	Ahmerelain	0203	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-

89	Ahmerelain	0220	locale	F	1 an	naturelle	non	oui	/	01	non	/	/	-
90	Bourkika	0233	locale	F	6 ans	naturelle	non	non	/	04	non	/	/	-
91	Bourkika	0218	locale	F	6 ans	naturelle	non	oui	2ème tiers	04	non	/	/	-
92	Bourkika	0222	locale	F	1 an et demi	naturelle	non	oui	3ème tiers	00	non	/	/	-
93	Bourkika	0229	locale	F	2 ans	naturelle	non	non	/	01	non	/	/	-
94	Bourkika	0223	locale	F	1 an	naturelle	non	oui	3ème tiers	00	non	/	/	+
95	Bourkika	0221	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-
96	Bourkika	0240	locale	F	4 ans	naturelle	non	non	/	03	non	/	/	-
97	Bourkika	0239	locale	F	3 ans	naturelle	non	non	/	02	non	/	/	-
98	Bourkika	0214	locale	F	1 an	naturelle	non	non	/	01	non	/	/	-
99	Bourkika	0225	locale	F	1 an	naturelle	non	non	/	01	non	/	/	-
100	Bourkika	0236	locale	M	1 an	naturelle	non	/	/	/	/	/	non	-

