

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة البليدة 1

Université Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Populations et des Organismes



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : Biologie et Physiologie de la Reproduction

Thème

Etude séro-épidémiologique de la brucellose ovine dans
la région de Berrouaghia.

Soutenu le 29 /09 /2020

Présenté par : M^{lle} ADIMI Ikram.

Devant le Jury :

Mr. YAHIA A.	MCA	U. Blida 1	Président
Mr. OUCHENE N.	MCA	U. Blida 1	Examineur
Mme. DECHICHA A.	MC B	U. Blida 1	Promotrice
Mme. BAAZIZE-AMMI D.	MCA	U. Blida 1	Co-promotrice

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu Le tout Puissant et Miséricordieux .je tiens à remercier vraiment tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce document.

Il s'agit plus particulièrement de ma promotrice Mme DECHICHA AS Maitre de conférences à l'institut des sciences vétérinaires Blida1, je la remercie pour sa disponibilité, son aide, sa rigueur scientifique et son sens d'écoute, aussi pour le temps qu'elle a bien voulu me consacré et sans qui, ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

A Mme BAAZIZ AMMI D en qualité de Co-promotrice, pour son aide précieuse.

Mes remerciements s'adressent également au chef de département Mr LARBI DOUKARA, K aussi à tous mes enseignants et en particulier, Mme GHOURI I et Mr KAIDI R pour leur générosité, leur disponibilité et leur énorme soutien.

J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres de jurys : Mr YAHIA A en qualité de président et Mr OUCHENE N en qualité d'examineur pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Je ne laisse pas cette occasion passer sans remercier Mr KAHLIA, A et Mme SAHTAT, F vétérinaires du secteur privé qui ont participé à l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier aussi les éleveurs qui ont bien voulu travailler avec moi et qui m'ont fait découvrir la bonté et la générosité du milieu rural.

Enfin je tiens à remercier Mama, les frères, mes sœurs, mon beau-frère et mes belles sœurs et tous mes neveux et nièces.

Merci !

Hommage

Papa,

Le jour où je t'ai perdu, j'ai perdu une partie de moi, j'ai perdu mon meilleur professeur de science, de maths et d'arabe car c'était ta vocation plus que ton travail, tu m'as appris tellement de choses.

J'ai perdu mon meilleur ami avec lequel je riais tout le temps, Je suis certaine Papa que tout ton entourage est du même avis que moi tu étais un homme incroyable dévoué et présent pour tous. Tu vas manquer à tous ceux qui t'ont connu.

Je me souviens du jour où j'ai séché mes cours de maths, tu étais très en colère et tu m'as dit « Ikram ! Tu ne trouveras que tes études !... » je te dis Oui Papa tu as raison !

Papa tu as assisté l'an passé à la remise des diplômes, tu étais un peu fatigué mais tu m'as dit, « c'est moi qui vais conduire ma fille » je n'oublierai jamais ton regard plein de fierté malgré la fatigue

Papa tu n'es pas présent cette fois-ci même si tu m'avais assisté tout au long de mon travail, Je te dédié ce travail qui était réalisé dans des conditions particulièrement tristes pour l'ensemble des étudiants.

Papa ta fille va décrocher son Master mais avec amertume car tu n'es plus là, Je te promets Papa que tu seras toujours fière de Ikrouma, ta fille.

Que Dieu t'accorde sa miséricorde.

Résumés

Résumé

La brucellose ovine est une infection bactérienne qui constitue un véritable danger sanitaire par les avortements et les pertes économiques qu'elle engendre et aussi par ses répercussions sur la santé publique. En Algérie, peu de données officielles concernant la prévalence de la brucellose ovine à l'échelle nationale sont disponibles. La présente étude est une contribution dans l'étude de la brucellose ovine dans la région de Berrouaghia (wilaya de Médéa), elle est réalisée en trois parties.

La première partie a pour objectif d'évaluer la situation épidémiologique de la brucellose ovine dans la région par le biais d'un questionnaire adressé aux services vétérinaires. Les principaux résultats ont montré l'absence de données concernant la prévalence de la brucellose ovine ; la vaccination du cheptel qui a débuté en 2013 et interrompue en 2015 ainsi que le refus de certains éleveurs à vacciner leur cheptel.

La deuxième partie a pour objectif d'estimer la séroprévalence de la brucellose ovine, elle a été conduite dans 36 élevages ovins au niveau desquels nous avons réalisé un questionnaire et 149 prélèvements sanguins. Ces derniers ont subi une analyse sérologique par l'épreuve à l'antigène tamponnée. Les résultats ont montré des séroprévalences de 19.44% et 6.71% à l'échelle élevage et individuelle respectivement.

La troisième partie a pour objectif de rechercher le lien entre le statut sérologique et les troubles de la reproduction. Les résultats ont montré que 80,55% des élevages ont enregistré des avortements durant l'année en cours, aucune mesure n'est prise lors d'avortement et aucun éleveur n'a constaté des cas d'infertilités chez les femelles ou les mâles. Par ailleurs, aucun lien statistique n'a été retrouvé entre le statut sérologique de l'élevage et les avortements, les mortinatalités et les malformations.

En conclusion, la brucellose ovine n'est pas encore maîtrisée, des mesures prophylactiques doivent être appliquées aussi bien par les éleveurs que les services vétérinaires.

Mots clés : Brucellose ovine, séroprévalence, EAT, avortement, troubles de la reproduction.

Abstract

Ovine brucellosis is a bacterial infection that constitutes a real health hazard because of the abortions and economic losses it causes and also because of its repercussions on public health. In Algeria, few official data are available on the prevalence of ovine brucellosis at the national level. The present study is a contribution to the study of ovine brucellosis in the region of Berrouaghia (wilaya of Médéa), it is carried out in three parts.

The first part aims to assess the epidemiological situation of ovine brucellosis in the region by means of a questionnaire addressed to the veterinary services. The main results showed the absence of data on the prevalence of ovine brucellosis; the vaccination of the flock which started in 2013 and stopped in 2015 as well as the refusal of some farmers to vaccinate their flock.

The second part aims at estimating the seroprevalence of ovine brucellosis. It was conducted in 36 sheep farms where we carried out a questionnaire and 149 blood samples. The latter underwent a serological analysis using the buffered antigen test. The results showed seroprevalence of 19.44% and 6.71% at the farm and individual level respectively.

The third part aims to investigate the link between serological status and reproductive disorders. The results showed that 80.55% of the farms recorded abortions during the current year, no measures are taken during abortion and no breeder found cases of infertility in either females or males. Furthermore, no statistical link was found between the serological status of the farm and abortions, stillbirths and malformations.

In conclusion, since ovine brucellosis is not yet under control, prophylactic measures must be applied by both breeders and veterinary services.

Key Words: Ovine brucellosis, seroprevalence, EAT, abortion, reproductive disorders.

ملخص

يعد داء البروسيللا لدى الأغنام عدوى بكتيرية تشكل خطرا صحيا حقيقيا وذلك من خلال عمليات الإجهاض والخسائر الاقتصادية التي تسببها وأيضا من خلال تداعياتها على الصحة العامة.

في الجزائر تتوفر القليل من البيانات الرسمية المتعلقة بانتشار داء البروسيللا عند الأغنام على المستوى الوطني ويعد هذا البحث مساهمة في دراسة هذا المرض في منطقة البرواقية (ولاية المدية) والذي أجري على ثلاثة أجزاء:

يهدف الجزء الأول إلى تقييم الوضع الوبائي لهذا الداء في المنطقة عن طريق استبيان يرسل إلى المصالح البيطرية، بحيث أظهرت النتائج الرئيسية عدم وجود بيانات عن انتشاره عند الأغنام وأن تطعيم القطيع كان قد بدأ عام 2013 م وانقطع في عام 2015 م بالإضافة إلى رفض بعض المربين تطعيم قطيعهم.

أما الجزء الثاني فيهدف إلى تقدير نسبة الانتشار المصلي لداء البروسيللا لدى الأغنام، والذي تم إجراؤه عبر 36 مزرعة أغنام أين قمنا بإجراء استبيان وأخذ 149 عينة من الدم التي تم تحليلها مصليا بواسطة اختبار مخزون المستضد، بحيث أظهرت النتائج انتشار مصلي قد بلغ على التوالي 19.77% و6.71% على مستوى المزرعة والأفراد.

بالنسبة للجزء الثالث فهو يهدف إلى معرفة العلاقة بين الحالة المصلية واضطرابات التكاثر، بحيث أظهرت النتائج أن 88.55% من القطعان سجلت عمليات إجهاض خلال العام الحالي، وأنه لم يتم اتخاذ أية إجراءات أثناء الإجهاض ولم يلاحظ أي مربي حالات عقم عند الإناث أو الذكور، بالإضافة إلى ذلك لم يتم العثور على صلة احصائية بين الحالة المصلية للمزرعة والإجهاض والاملاص والتشوهات.

في الختام نخلص إلى أنه لم يتم بعد السيطرة على داء البروسيللا لدى الأغنام، وعليه يستوجب تطبيق جميع التدابير الوقائية من طرف كل من المربين والخدمات البيطرية.

الكلمات المفتاحية: البروسيللا لدى الأغنام، الانتشار المصلي، اختبار مخزون المستضد بالبنغال الوردي ، الإجهاض، اضطرابات التكاثر.

Table des matières

Remerciement	
Hommage	
Résumé en français	
Résumé en anglais	
Résumé en arabe	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1
Partie Bibliographique	
Chapitre I: Généralité	
I.1. Définition.....	2
I.2. Synonymie	2
I.3. Importance	2
I.3.1. Impact sur les productions animales.....	3
I.3.2. Impact sur la santé humaine	3
Chapitre II: Agent Pathogène	
II.1. Le genre <i>Brucella</i>	4
II.2. Principales caractéristiques microbiologiques.....	5
II.3. Les caractéristiques microbiologiques de <i>Brucella melitensis</i>	6
II.4. Caractère zoonotique	6
II.5. Sensibilité de la bactérie	7
Chapitre III: Epidémiologie	
III.1. Epidémiologie descriptive	8
III.1.1. Distribution de la brucellose ovine à l'échelle mondiale	8
III.1.2. Brucellose ovine en Algérie	8
III.2. Epidémiologie analytique	9

III.2.1. Les sources de contagion	9
III.2.1.1. Animaux infectés	9
III.2.1.2. Matières virulentes	9
III.2.1.3. Milieu contaminé	11
III.2.2. Mode de transmission.....	11
III.2.2.1. Transmission verticale.....	11
III.2.2.2. Transmission horizontale	11
III.2.2.3. Transmission à l'homme	11
III.2.3. Voies de pénétration.....	12
III.3. Epidémiologie synthétique.....	12

Chapitre IV: Pathogénie, Symptômes et Lésions

IV.1. Pathogénie	13
IV.1.1. Conditions de l'infection	13
IV.1.1.1. Facteurs liés aux <i>Brucella</i>	13
IV.1.1.2. Facteurs liés à l'hôte	13
IV.1.2. Etapes de l'infection.....	15
IV.1.2.1. La période primaire.....	15
IV.1.2.2. La période secondaire.....	15
IV.1.3. Mécanisme de l'avortement.....	16
IV.1.4. Réponse immunitaire.....	16
IV.2. Symptômes.....	17
IV.2.1. Atteinte génitale chez la femelle	17
IV.2.1.1. L'avortement.....	18
IV.2.1.2. La rétention placentaire.....	18
IV.2.1.3. La stérilité temporaire.....	18
IV.2.1.4. La mammite	18
IV.2.2. Atteinte génitale chez le mâle	18
IV.2.3. Atteinte extra-génital.....	19
IV.3. Lésions.....	19
IV.3.1. Chez la femelle	19
IV.3.1.1. Les lésions macroscopiques	19
IV.3.1.2. Les lésions microscopiques	19
IV.3.2. Chez le mâle	19

Chapitre V: Dignostic

V.1. Diagnostic clinique et épidémiologique.....	20
V.2.1 Examen direct	20
V.2.1.1. Les prélèvements	20
V.2.1.2. Isolement et identification	21
V.2.1.3. Diagnostic microscopique	21
V.2.1.4. Diagnostic moléculaire.....	21
V.2.2. Examen indirect	21
V.2.2.1. Sérologie du sang	22
V.2.2.2. Sérologie sur le lait de mélange	23
V.2.2.3. L'examen indirect par test allergique	24
V.3. Diagnostic différentiel.....	24

Chapitre VI: Traitement et Prophylaxie

VI. 1. Traitement.....	26
VI.2. Prophylaxie.....	26
VI.2.1. Prophylaxie sanitaire.....	26
VI.2.2. Prophylaxie médicale	26

Partie Expérimentale

Matériels et Méthodes.....	28
Résultats.....	34
Discussion.....	44
Conclusion.....	49
Recommandations.....	50

Références Bibliographique

Annexes

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature et caractéristiques des espèces Brucella (Garin-bastuji, 2001 ; Pappas et <i>al.</i> , 2005 ; Hubalek, 2007 ; scholz, 2008 ; Scholz, 2010 ; Whatmore et <i>al.</i> , 2014 ; Scholzet <i>al.</i> , 2016).....	5
Tableau 2: Différenciation des biovars des espèces du genre Brucella melitensis (OIE, 2008).	6
Tableau 3: Répartition des élevages et effectifs sur les communes de Berrouaghia (services vétérinaires de la daïra de berrouaghia, 2019).....	34
Tableau 4: Effectifs moyens des élevages.....	34
Tableau 5: Protocole de la vaccination anti-brucellique.....	35
Tableau 6: Principales caractéristiques des élevages visités.	36
Tableau 7: Séroprévalence en fonction du sexe.	38
Tableau 8: Mesures prises par l'éleveur lors d'un agnelage ou avortement.	40
Tableau 9: Statut sérologique et avortement.....	41

Liste des figures

Figure 1: Répartition géographique de <i>Brucella melitensis</i> pour les animaux domestiques entre Janvier et Juin 2018 (WAHID OIE, 2020).	8
Figure 2: Voies d'excrétion de <i>B. melitensis</i> par les petits ruminants (Freycon, 2015).....	10
Figure 3: Mécanisme de l'avortement chez une brebis (Carteron et Sebert, 2017).	16
Figure 4: Avorton d'une brebis brucellique (Corbel, 2006).	18
Figure 5: Daïra de Berrouaghia avec ses trois communes (Anonyme 6, 2019).	28
Figure 6: Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.	31
Figure 7: Méthode de récolte du sérum.	32
Figure 8: Interprétation des résultats de l'EAT.	33
Figure 9: Séroprévalence d'élevage.	37
Figure 10: Séroprévalence individuelle.....	38
Figure 11: Taux d'élevages avec avortements	39

Liste des abréviations

B	:	<i>Brucella</i>
Co₂	:	Carbone dioxyde
EAT	:	Epreuve d'Antigène Tamponné
ECA	:	Epreuve cutanée allergique
ELISA	:	Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay
FAO	:	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FC	:	Réaction de Fixation du Complément
HSR	:	réaction d'hypersensibilité retardée
H₂S	:	Sulfure d'hydrogène
IgA	:	Immunoglobulines A
IgG	:	Immunoglobulines G
IgM	:	Immunoglobulines M
LPS	:	Lipopolysaccharides
OMS	:	Organisation Mondiale de la Santé
OIE	:	Organisation mondiale de la santé animale
PCR	:	Polymérase Chain Reaction
RT	:	Ring Test
°C	:	Degré Celsius
%	:	Pourcentage

Introducción

Introduction

L'élevage ovin avec un cheptel avoisinant les 26 millions de têtes (MADR, 2017) est une activité économique très importante car elle représente 10 à 15 % dans le produit intérieur brut agricole et contribue à plus de 50 % dans la production nationale de viande rouge (Moula, 2018).

Les maladies infectieuses représentent une menace réelle de décimation de ce cheptel, parmi elles nous nous sommes intéressés à la brucellose aussi connue sous le nom de Fièvre de Malte, qui est très contagieuse touchant de nombreuses espèces animales mais également l'homme.

Cette maladie est considérée comme un véritable danger sanitaire et économique car elle cause des avortements, des problèmes de reproduction qui peuvent être chroniques, baisses de production laitière et échanges commerciaux (Fournier, 2014).

La brucellose ovine qui est due à *B. melitensis* sévit à l'échelle enzootique en Algérie c'est pourquoi le gouvernement a mis en place un programme de prophylaxie médicale en lançant des campagnes de vaccination contre la brucellose des petits ruminants (Rahal et al., 2009).

En revanche, à ce jour nous ne disposons pas de données officielles concernant la prévalence de la brucellose ovine à l'échelle nationale, car le programme nationale de prophylaxie sanitaire basé sur le dépistage-abattage appliqué de 1995 à 2006 ne concernait que les espèces bovine et caprine (MADR, 2014)

Notre étude a été réalisée dans la daïra de Berrouaghia, elle a pour objectifs :

1. Evaluer la situation épidémiologique de la brucellose dans la région de Berrouaghia.
2. Estimer la séroprévalence de la brucellose ovine dans quelques élevages ovins.
3. Rechercher le lien entre le statut sérologique et les troubles de la reproduction.

Partie
Bibliographique

Chapitre I

Généralité

I.1.Définition

La brucellose est une maladie infectieuse et contagieuse due à des bactéries du genre *Brucella* (B) affectant de nombreuses espèces animales et aussi l'homme.

Il s'agit d'une maladie de répartition mondiale reconnue par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), comme étant la zoonose la plus répandue à travers le monde. C'est une maladie à déclaration obligatoire (Corbel, 2006 ; OIE, 2009 ; Bosilkovski, 2015).

Chez l'animal la maladie, se traduit essentiellement par des avortements, des stérilités et des rétentions placentaires (Garin-Bstuji, 2003).

I.2. Synonymie

La brucellose a de nombreux synonymes qui dérivent de plusieurs critères (Mantur et a.,2007):

- Des régions géographiques dans lesquelles la maladie survient :
 - Fièvre méditerranéenne.
 - Fièvre de Malte.
 - Fièvre de Gibraltar.
 - Fièvre de Chypre .
- Du caractère rémittent de la fièvre :
 - Fièvre ondulante.
- De sa ressemblance avec le paludisme et la typhoïde :
 - Fièvre typho-malarienne.
 - Typhoïde intermittente.

I.3. Importance

L'importance de cette maladie est d'une part hygiénique car la bactérie est facilement transmissible à l'homme par le contact direct avec les animaux infectés ou par la consommation de lait et de fromage frais. D'autre part, elle est économique car elle engendre non seulement des pertes à cause de la hausse des avortements, mortalités périnatales, stérilités et morts chez

les femelles, mais aussi à cause de la baisse des productions qui engendre des conséquences sur la commercialisation des produits (lait, fromage, etc...) (Anonyme 1, 2019).

I.3.1. Impact sur les productions animales

L'impact de la brucellose ovine sur les productions animales peut être classé en un :

- **Impact direct** : sur la production animale par le biais des avortements, des stérilités et des diminutions de la production laitière.
- **Impact indirect** : sur l'industrie animale par la reconstitution du cheptel, les coûts des interventions vétérinaires et la perte due au frein imposé aux mouvements et aux commerces des animaux).

Il est difficile de donner une évaluation précise de ces pertes ; cependant, toutes les études menées dans ce but s'accordent à conclure que la prophylaxie de la brucellose par la vaccination est économiquement avantageuse et que les bénéfices d'un programme de vaccination sont cumulatifs (Benkirane, 2002).

I.3.2. Impact sur la santé humaine

Des cas humains surviennent à la faveur de la consommation de lait cru, de fromage mou infecté, du contact avec les animaux infectés ou avec le placenta ou l'avorton lors d'avortement brucellique (Akakpo, 2009).

Les personnes à risque sont surtout des éleveurs, mais aussi les bouchers ou les vétérinaires. Après constatation de l'infection, les patients sont souvent admis dans des hôpitaux et sont traités à l'aide d'antibiotiques. 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. (Colmenero-Castillo et *al.*, 1989 ; Akakpo, 2009).

Ces conséquences sont liées à une diminution des heures de travail ainsi qu'aux coûts engendrés par le traitement (Colmenero-Castillo et *al.*, 1989 ; Bowden, 1996).

A titre d'exemple: le coût de la brucellose humaine a été estimé en Algérie à 650 EUR (Akakpo, 2009).

Chapitre II
Agent
pathogène

II.1. Le genre *Brucella*

Le genre *Brucella* appartient à la famille des *Brucellaceae* (famille III) avec *Mycoplasma* et *Ochrobactrum*, de l'ordre des Rhizobiales dans la classe Alphaproteobacteria du phylum proteobacteria (Bergey et Holt, 1994).

Selon l'agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa, 2006). Le genre *Brucella* comprenait huit espèces dont trois sont divisées en biovars. Six espèces de *Brucella* pouvant être isolées de mammifères terrestres : *B. bovis*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. canis*, *B. ovis* et *B. neotomae*. Deux espèces peuvent être identifiées chez les mammifères marins (*B. cetaceae* et *B. pinnipediae*)

En 2008, une neuvième espèce de *Brucella* a été identifiée : *B. microti*. Elle a été isolée du campagnol des champs (*Microtus arvalis*) lors d'une épidémie de mortalité chez des campagnols du sud de la Moravie (république Tchèque) (Hubalek, 2007). Elle a été également isolée directement du sol (Scholz, 2008).

Une année plus tard, une nouvelle souche bactérienne apparentée aux *Brucella*, nommée *B. inopinata* a été découverte aux Etats-Unis à partir d'une infection d'implant mammaire d'une patiente (Scholz et al., 2010).

En 2014, une autre souche bactérienne a été attribuée au genre *Brucella* nommée *B. papionis*. Elle a été isolée d'un babouin mort-né en 2006 au Texas mais originaire de Tanzanie (Whatmore et al., 2014).

En 2016, *B. vulpis* est décrite à partir des ganglions lymphatiques mandibulaires de deux renards roux autrichiens (Scholz et al., 2016).

La répartition géographique des espèces de *Brucella*, leurs hôtes préférentiels ainsi que leur pathogénicité pour l'homme sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Nomenclature et caractéristiques des espèces *Brucella* (Garin-bastuji, 2001 ; Pappas et al., 2005 ; Hubalek, 2007 ; scholz, 2008 ; Scholz, 2010 ; Whatmore et al., 2014 ; Scholzet al., 2016).

Espèces	Biovars	Hôte (s)	Zone géographique	Pathogénicité chez l'homme
<i>B. melitensis</i>	1-3	Moutons, chèvres ongulés sauvages, camélidés.	Pays méditerranéens Moyen-proche orient	Elevée
<i>B. abortus</i>	1 à 6 et 9	Bovins, ongulés sauvages, camélidés, yaks, buffles.	Europe, Amérique, Afrique et Asie	Modérée
<i>B. suis</i>	1 et 3	Suidés	Amérique, Asie, Océanie, chine	Elevée
	2	Suidés, lièvres sauvages.	Europe centrale, Europe de l'ouest	Faible
	4	Suidés, caribou, rennes.	Amérique de nord, Russie	Modéré
	5	Rongeurs sauvages.	Russie	Elevée
<i>B. canis</i>		Canidés	USA, Amérique de sud	Faible
<i>B. ovis</i>		Ovins (males)	Pays méditerranéens	Aucune
<i>B. neotomae</i>		Rats du désert	USA	Inconnue
<i>B. pinnipedialis</i>		Pinnipèdes	Océan atlantique Nord océan pacifique, océan arctique, océan antarctique, Mer méditerranéen	Quelques cas décrits
<i>B. ceti</i>		Cétacés		
<i>B. microti</i>		Campagnols, renard, sol	République tchèque, Autriche	Inconnue
<i>B. inopinata</i>		Homme	USA	Inconnue
<i>B. vulpis</i>		Renard	Autriche	Inconnue
<i>B. papionis</i>		Babouin	Texas	Inconnue

II.2. Principales caractéristiques microbiologiques

Brucella est un coccobacille à gram négatif intracellulaire facultatif, de 0.5 à 0.7 µm de diamètre et de 0.5 à 1.5 µm de longueur. Les cellules sont immobiles et ne forment pas de flagelles, de capsule ou de spores (Afssa, 2006).

Les bactéries du genre *Brucella* sont aérobies strictes, mais certaines souches nécessitent une atmosphère enrichie en CO₂ (5 à 10 %) pour leur croissance. Le pH optimal de croissance varie entre 6.6 à 7.4. La température optimale de croissance est de 34°C, la plupart des souches se développant entre 20 et 40°C sur milieu adéquat (Afssa, 2006).

II.3. Les caractéristiques microbiologiques de *Brucella melitensis*

Dans la présente étude, nous insisterons particulièrement sur les caractéristiques de *B. melitensis* dont l'hôte principal est représenté par les petits ruminants.

Les principales caractéristiques microbiologiques permettant de différencier les trois biovars de *B. melitensis* sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2: Différenciation des biovars des espèces du genre *Brucella melitensis* (OIE, 2008).

Espèce	Biovars	Exigence en CO ₂	Production de H ₂ S	Croissance en présence de colorant		Agglutination avec du sérum spécifique		
				Thionine	Fuchsine basique	A	M	R
<i>B. melitensis</i>	1	-	-	+	+	-	+	-
	2	-	-	+	+	+	-	-
	3	-	-	+	+	+	+	-

II.4. Caractère zoonotique

La brucellose est une maladie contagieuse qui affecte l'animal et qui est transmissible à l'homme. La brucellose humaine est principalement causée par 4 espèces de *Brucella* affectant les mammifères terrestres : *B. melitensis* et *B. suis* sont les espèces les plus virulentes suivies de *B. abortus* et *B. canis*.

Il est à signaler que quelques cas probables d'infection humaine ont été liés à une souche de *Brucella* qui affecte les mammifères marins (Afssa, 2006).

Les *Brucella* sont classées dans le groupe III de risque biologique pour l'homme et pour l'animal et sont inscrits sur la liste des agents potentiels de bio-terrorisme (Afssa, 2006).

II.5. Sensibilité de la bactérie

- **Survie à l'extérieur de l'hôte**

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.

A titre d'exemple, la durée de survie est estimée :

- Dans les carcasses et organes : jusqu'à 135 jours.
- Sur du papier : 32 jours.
- Au sol : 125 jours.
- Dans le sang à 4°C : 180 jours.

- **Sensibilité aux désinfectants**

Les *Brucella* sont sensibles à l'hypochlorite de sodium à 1%, éthanol à 70%, solutions d'iode et d'alcool, glutaraldéhyde et formaldéhyde.

- **Inactivation par les moyens physiques**

Les *Brucella* sont sensibles à la chaleur humide (121°C pendant au moins 15 minutes) et à la chaleur sèche (160-170°C pendant au moins 1 heure) (FAO et OMS, 1986 ; Anonyme 2, 2018).

Chapitre III
Epidémiologie

III.1. Epidémiologie descriptive

III.1.1. Distribution de la brucellose ovine à l'échelle mondiale

La brucellose due à *B. melitensis* n'est pas aussi largement répartie dans le monde que celle due à *B. abortus* chez les bovins. En effet, elle suit la répartition de l'élevage ovin, comme la région de la méditerranée, le Moyen orient, la Chine, l'Inde, le Pérou et le Mexique. C'est dans ces pays où on enregistre une augmentation du nombre de cas.

Au sein de l'Union Européenne, la maladie sévit encore régionalement à l'état enzootique dans quelques pays (Grèce, Italie, Portugal, Espagne), les pays circum-méditerranéens sont considérés comme le berceau de la mélitococcie. En revanche les pays qui pratiquent l'élevage intensif du mouton comme l'Australie, la Nouvelle Zélande ou la République Sud-Africaine sont indemnes (Fig. 1) (Anonyme 1, 2019).

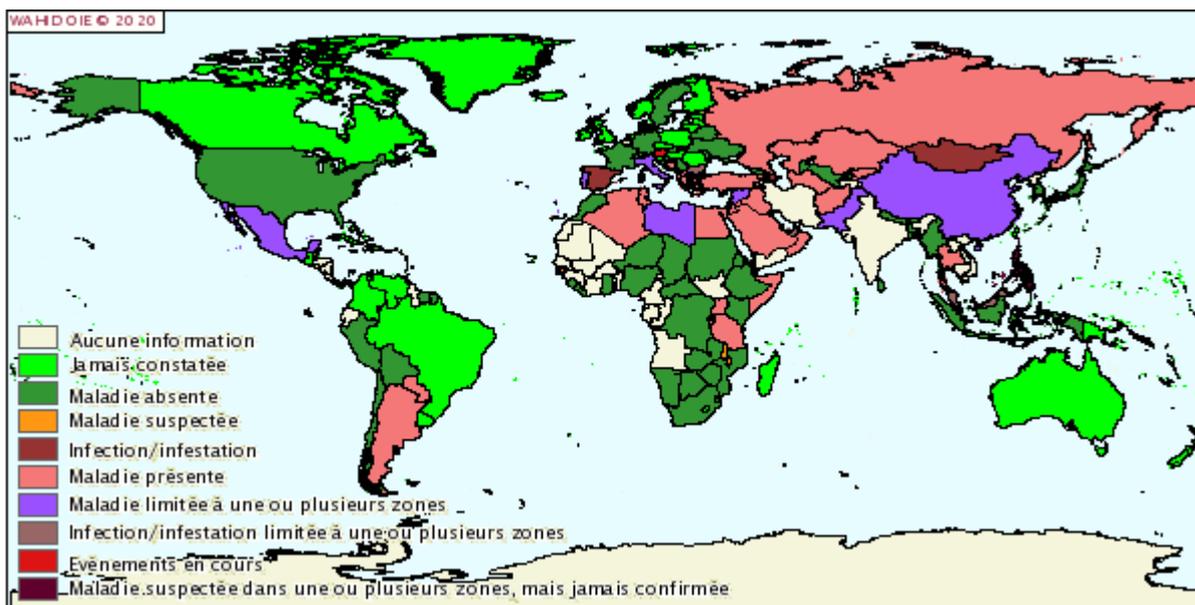


Figure 1: Répartition géographique de *Brucella melitensis* pour les animaux domestiques entre Janvier et Juin 2018 (WAHID OIE, 2020).

III.1.2. Brucellose ovine en Algérie

En Algérie, comme la majorité des pays du bassin méditerranéen, la brucellose des petits ruminant due à *B. melitensis* est très répandue, c'est pourquoi le gouvernement algérien a mis en place un programme de prophylaxie sanitaire en 1995 pour les espèces caprines afin d'éviter la zoonose. Les résultats de ce programme étaient encourageant mais difficile à apprécier dans les élevages mixtes (caprins, ovins). En 2002, une enquête a été réalisée pour évaluer la

séroprévalence de la maladie chez les petits ruminants dans les hauts plateaux (Rahal et *al.*, 2009). Les résultats ont montré :

- Des prévalences de ≈ 5.26 % de moyenne de plus chez les caprins que chez les ovins.
- Une forte prévalence dans les élevages de l'Est par rapport à l'Ouest et du Nord par rapport au Sud (Rahal et *al.*, 2009).

En Algérie, le taux d'incidence de brucellose est passé de 21,02 à 24,43 cas pour 100.000 habitants. La majorité des personnes se sont contaminées par la consommation de lait cru ou par contact direct avec les animaux infectés notamment en période d'agnelage (Insp, 2017).

III.2. Epidémiologie analytique

III.2.1. Les sources de contagion

Les sources de contagions sont d'abord représentées par les animaux malades (lors de la mise bas) de la même espèce ou éventuellement dans d'autres espèces telles que les bovins. Aussi les mâles jouent un rôle important dans la persistance et la dissémination de l'infection car ils présentent des formes inapparentes (Anonyme 1, 2019).

Enfin l'environnement contribue aussi à la contamination et décontamination des troupeaux à cause de la persistance du germe dans le milieu externe (comité mixte FAO 1986)

III.2.1.1. Animaux infectés

Brucella melitensis affecte naturellement les ovins et les caprins mais elle peut aussi affecter d'autre mammifères tel que les ruminants domestiques ou sauvages, les suidés, les équidés, les carnivores, les rongeurs et même l'homme ce qui fait d'elle une zoonose majeure (Anonyme 3, 2018).

Les ovins peuvent être affectés par un autre genre de *Brucella* comme *B. abortus* mais il est possible de réduire sa dissémination dans le troupeau ce qui donne un retentissement clinique souvent négligeable (Acha et Szyfres, 2001; Anonyme 1, 2019).

III.2.1.2. Matières virulentes

Les matières virulentes (Fig. 2) résident dans :

- Contenu de l'utérus gravide : au moment de l'avortement ou la mise bas normale qui représente la matière virulente essentielle ; l'excrétion virulente passe par trois étapes :

elle débute lors de la liquéfaction du bouchon muqueux ensuite elle atteint son paroxysme lors de l'expulsion des eaux fœtales, avorton, placenta et lochies et enfin elle disparaît au bout de 2 à 3 semaines.

- Les sécrétions vaginales : elles peuvent contenir des germes lors de la mise bas ou au moment des chaleurs.
- L'urine : contaminée par les sécrétions vaginales, elles peuvent être très virulentes lors des mises en bas.
- Le colostrum et le lait : 20 à 60 % des animaux porteurs de germe l'éliminent dans le colostrum et le lait mais cela dure quelques jours après la mise bas ou l'avortement
- Le sperme : les *Brucella* sont localisées dans les organes génitaux du mâle, ce qui permet leurs transmissions dans le sperme même si le mâle ne présente pas les symptômes de brucellose.
- Autres : les *Brucella* sont présentes dans les produits de suppuration (hygroma), parfois les fèces (cas des jeunes nourris avec du lait infecté). Ces germes sont présents aussi dans les viscères infectés (utérus, mamelles, tissu lymphatique) qui peuvent être une source de contamination uniquement chez l'homme (Anonyme 1, 2019).

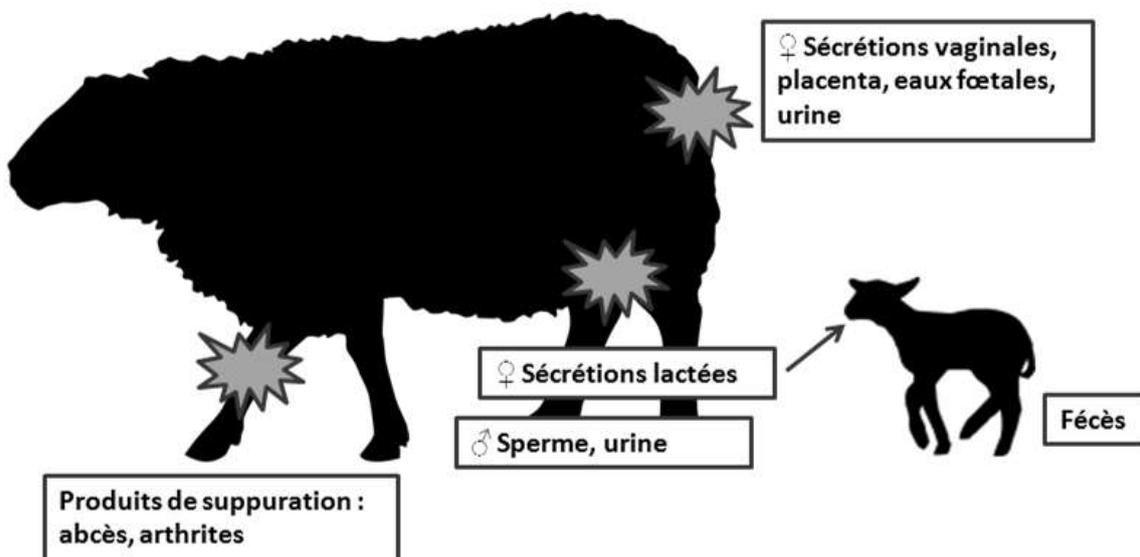


Figure 2: Voies d'excrétion de *B. melitensis* par les petits ruminants (Freycon, 2015).

III.2.1.3. Milieu contaminé

Les *Brucella* peuvent rester plusieurs semaines à plusieurs mois dans les matières virulentes (avortons, exsudations utérines...) et dans le milieu extérieur (matériel contaminé, pâturage, points d'eau), ce milieu peut être fortement contaminé lors des mises bas et il joue un rôle très important dans l'épidémiologie de la maladie (Anonyme 1, 2019).

III.2.2. Mode de transmission

Il existe de nombreux modes de transmission de la maladie entre animaux :

III.2.2.1. Transmission verticale

A lieu in utero ou lors du passage dans la filière pelvienne. Les jeunes se débarrassent généralement de l'infection, sauf dans 5-10 % des cas (infection persistante sans réaction sérologique décelable) (Radostits *et al.*, 2000).

III.2.2.2. Transmission horizontale

Elle peut être *directe* par contact entre individus infectés et individus sains lors de la cohabitation (notamment en période de mise-bas), ingestion, contamination vénérienne. Elle peut également avoir lieu de manière *indirecte* par l'intermédiaire de locaux, pâturages, aliments, eaux et matériels, ou par léchage de placentas, avortons ou appareils génitaux (Attieh, 2007).

III.2.2.3. Transmission à l'homme

Les moyens les plus courants de transmission à l'homme de *Brucella* de l'animal infecté à l'homme, sont les suivants :

- Contamination par contact direct avec le sang et les fluides corporels d'animaux infectés, cette transmission passe par voie cutanée ou muqueuse (en cas de blessure ou d'excoriation).
- Contamination par voie digestive : en consommant du lait ou des produits laitiers infectés et non traités, aussi de la viande crue ou insuffisamment cuite d'animaux infectés.
- Contamination par inhalation : la bactérie *Brucella* se propage facilement dans l'aire, dans la poussière et les aérosols contaminés.

- Contamination par contact accidentel avec les produits biologiques lors de manipulation de laboratoire (Acha et Szyfres, 2001).

III.2.3. Voies de pénétration

Les voies de pénétration de la bactérie sont représentées par la voie cutanée, conjonctivale, respiratoire, digestive et vénérienne (Benmira-Mohammedi, 2015).

III.3. Epidémiologie synthétique

La contamination des cheptels indemnes se fait par les échanges commerciaux : achat de jeunes infectés asymptomatiques et introduction de femelles malades gestantes.

Elle peut se faire par le prêt des béliers ou des boucs (géniteur infecté).

La diffusion peut se faire aussi lors des expositions et des fêtes...

L'extension de l'infection dans les troupeaux se fait au cours de deux périodes :

- La période de la lutte (rôle des mâles).
- La période des mises bas.

Vu le caractère cyclique de la brucellose, on observe une flambé de la maladie dans un milieu initialement indemne, puis la maladie devient rare l'année suivante, et disparaît ensuite mais elle peut rester de manière latente ou avec des avortements isolés. Généralement, des cycles d'avortement ont lieu tous les 4 – 5 ans dans le troupeau (Acha et Szyfres, 2001 ; Anonyme1, 2019).

Chapitre IV
Pathogénie,
Symptômes
Et Lésions

IV.1. Pathogénie

Les conditions de l'infection, les étapes de l'infection, le mécanisme de l'avortement et la réponse immunitaire sont rapportées ci-dessous :

IV.1.1. Conditions de l'infection

De multiples facteurs interviennent dans l'infection, ils peuvent être liés à la bactérie elle-même ou à l'hôte :

IV.1.1.1. Facteurs liés aux *Brucella*

Les facteurs liés à la bactérie sont d'ordre :

- **Qualitatifs** : le pouvoir pathogène varie en fonction de :
 - **L'espèce** : le pouvoir pathogène de *Brucella melitensis* est le plus élevé (ça ne veut pas dire que les autres ne sont pas pathogènes, chaque espèce est bien adaptée à son hôte préférentiel et provoque les formes les plus graves) (Garin-Bastuji, 1993b). Des études faites sur des souris ont permis de prouver que la gravité de la maladie et la guérison dépendent d'abord de la virulence de l'espèce de *Brucella* utilisée, puis au sein d'une même espèce de la souche utilisée (Bosserey *et al*, 1982 ; Plommet et Plomeet, 1988).
 - **La souche** : dépend de la richesse de la paroi en polysaccharides (Ganiere, 2002).
- **Quantitatifs** : Plus la dose infectante est importante plus les fréquences d'avortements et d'infections sont importants (Plommet et Plomeet, 1988 ; Ganiere, 2002).

IV.1.1.2. Facteurs liés à l'hôte

Les facteurs spécifiques à l'hôte intervenant dans l'infection sont :

- **L'Espèce**

Les petits ruminants sont beaucoup plus sensibles à *Brucella melitensis* qu'à *Brucella abortus*. Lorsqu'ils sont atteints de cette dernière, les manifestations cliniques sont inapparentes. L'absence de spécificité d'hôte qui caractérise la plupart des espèces du genre *Brucella* explique l'interdépendance qui peut exister entre les brucelloses des diverses espèces animales et les conséquences épidémiologiques qui en découlent (Anonyme 1, 2019).

Quelques espèces ont la capacité de se débarrasser des *Brucella* : c'est le cas des ovins qui arrivent à se débarrasser des brucelles en quelques mois, ce n'est pas le cas des bovins. Une proportion importante des brebis aurait ainsi tendance à l'auto-stérilisation dans un délai de 6 mois à 1 an, en période de repos sexuel. Néanmoins, la persistance de l'infection sur un certain

nombre d'animaux assure la pérennité de la maladie dans le troupeau. L'avortement ne survient habituellement qu'une fois (Anonyme 1, 2019).

➤ **La race**

Il existe des variations dans la réceptivité des animaux, tant chez les ovins que chez les caprins, du fait de la race. Les ovins à la différence des caprins, présentent une réceptivité variable selon les races, les races laitières sont généralement plus sensible que les races à viande (Garin-Bastuji, 1993b).

➤ **L'âge**

Les conséquences d'une infection à *Brucella* diffèrent en fonction de l'âge au cours duquel survient celle-ci :

- **Période fœtale**

S'il y a contamination au début de la gestation, le fœtus subit une septicémie suivie d'une mort fœtale. Si la contamination a lieu tardivement durant la gestation, le fœtus va mourir ou restera vivant mais infecté (Garin-Bastuji, 1993b).

- **Période Pré-pubère**

Le jeune animal pré-pubère est bien réceptif, sa sensibilité à l'infection est nulle. La maladie n'est jamais exprimée à ce stade. Il devient ensuite tout à fait sensible lorsqu'il parvient à la maturité sexuelle (Garin-Bastuji, 1993b).

- **Période Post-pubère**

La sensibilité est à son maximum (suite au développement du placenta). L'atteinte de cet organe est due à la présence d'un polyalcool (avec une quantité importante) (Garin-Bastuji, 1993b).

➤ **Etat physiologique**

On estime que la gestation est un facteur qui rend la femelle plus sensible à la maladie car une femelle non gestante a la possibilité dans un cas sur deux de développer une infection de courte durée et qui guérissent spontanément (Ganiere, 2002).

➤ Le sexe

Les études menées sur la résistance à l'infection ont montré qu'il n'y a pas de différence entre le mâle et la femelle (Godfroid *et al.*, 2003) car ils sont tous les deux sensibles à la maladie même si des chercheurs soutiennent que les mâles sont plus résistants que les femelles. Cependant les animaux castrés ne peuvent pas propager la maladie car ils ne peuvent pas la transmettre aux autres animaux (Acha et Szyfres, 2001).

➤ L'individu

Tous les animaux infectés n'ont pas la même réaction à *Brucella*, on peut observer de l'infection typique avec avortement jusqu'à la résistance totale à l'infection, et entre les deux cas on peut avoir des formes chroniques plus ou moins aiguës (Acha et Szyfres, 2001 ; Ganiere, 2002 ; Garin-Bastuji, 2003).

IV.1.2. Etapes de l'infection

L'évolution de l'infection passe par deux périodes : primaire et secondaire.

IV.1.2.1. La période primaire

Elle suit la contamination et évolue en trois étapes :

- Les *Brucella* se multiplient dans les nœuds lymphatiques de la porte d'entrée.
- En suite au bout de quelque jours à plusieurs semaines, on a une dissémination lymphatique et sanguine de la bactérie. Cette phase est asymptomatique chez les ovins mais chez l'homme elle se traduit par une atteinte fébrile associée à une hémoculture positive.
- Enfin, les *Brucella* localisent leur multiplication en certains sites électifs notamment dans les nœuds lymphatiques de la sphère génitale et mammaire, le placenta, les testicules et leurs annexes, la glande mammaire et les bourses séreuses et synoviales (Anonyme, 2019).

IV.1.2.2. La période secondaire

Elle est liée à la résistance du sujet infecté qui développe une immunité de type cellulaire mais qui ne permet pas une élimination totale de *Brucella* car ces dernières ont la capacité de résister au mécanisme immunitaire et elles peuvent se maintenir plusieurs années dans les nœuds lymphatiques ou dans les bourses séreuses et dans les articulations. Cela peut provoquer un avortement, un hygroma ou une arthrite chronique (Anonyme 1, 2019).

IV.1.3. Mécanisme de l'avortement

Le mécanisme de l'avortement est représenté dans le schéma de la figure 3.

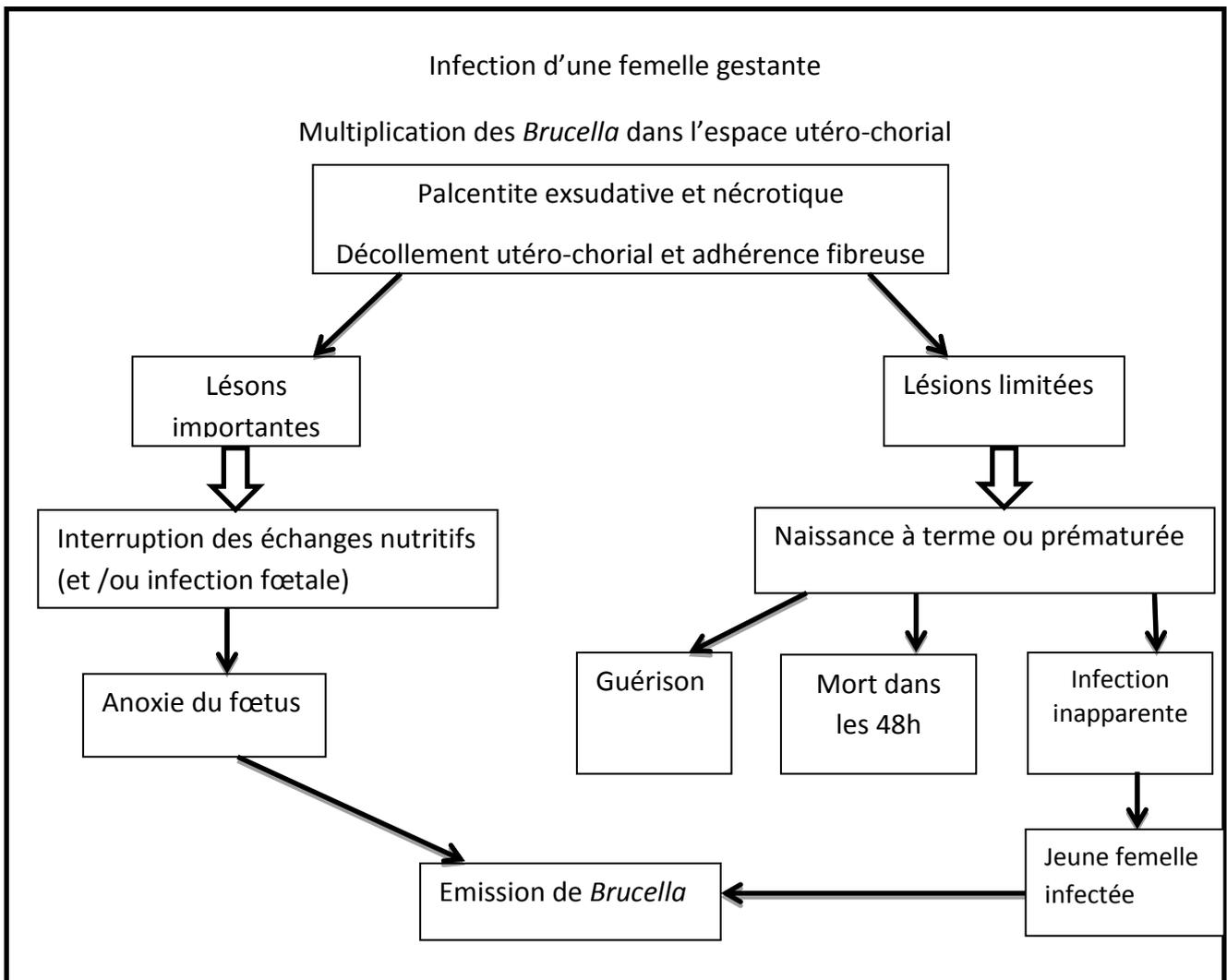


Figure 3: Mécanisme de l'avortement chez une brebis (Carteron et Sebert, 2017).

IV.1.4. Réponse immunitaire

Les *Brucella* provoquent une réaction immunitaire similaire à celle engagée contre les autres bactéries intracellulaire. Les défenses spécifiques utilisent deux types de mécanismes immunitaires : immunité humorale et immunité cellulaires (Alton et Forsyth, 1996).

IV.1.4.1. Le rôle de la méditation humorale

Il est vrai que l'administration passive d'anticorps à des souris expérimentales a montré une réduction du nombre de *Brucella* survivants dans leur foie et rate grâce au contact direct du

lipopolysaccharides (Lps) et les anticorps, mais la méditation cellulaire demeure le principal mécanisme de défense contre les *Brucella* (Alton et Forsyth, 1996).

La réponse est constituée par l'élaboration d'immunoglobulines spécifiques appartenant aux trois classes IgG (IgG₁, IgG₂), IgA et IgM.

Chez l'animal pubère les anticorps sériques sont décelables au bout d'un délai moyen de 4 à 10 semaines. Ce délai est rarement inférieur à 1 mois, mais il peut se prolonger parfois 3 à 6 mois (Ganiere, 2002)

Les IgM apparaissent en premier et rapidement et sont pendant quelques jours les seuls présents, suivis rapidement par les IgG. Les IgG₁ sont plus abondants dans le sérum, et leur concentration dépasse celle des IgG₂ (FAO et OMS, 1986). Alors que la réponse en IgM est faible et transitoire, les IgG₁ se maintiennent longtemps à un taux détectable 2 à 3 ans en moyenne, ce sont les seuls éventuellement détectables en période de brucellose chroniques ou chez les animaux anciennement infectés (FAO et OMS, 1986 ; Ganiere, 2002).

IV.1.4.2. Le rôle de la méditation cellulaire

Il a été montré qu'après avoir phagocyté *Brucella*, les macrophages présentent les antigènes de bactérie aux lymphocytes T qui produisent alors des lymphokines. Ces agents activent les anciens macrophages inefficaces et leur donne un potentiel bactéricide. Les lymphokines dérivées de lymphocytes T atteignent alors d'autres cellules sur le lieu d'infection. Ceci conduit la formation de granulome. Simultanément d'autres cellules phagocytaires actives sont amenées sur le site de l'infection. Suite aux réactions de l'hôte en cas d'infection, les granulomes ou lésions des tissus sont particulièrement petits, bien que la toxicité associée à cette espèce soit forte. Il n'y a généralement pas de réponse ni formation d'abcès (Alton et Forsyth, 1996).

IV.2. Symptômes

Les signes cliniques de la brucellose se répartissent en signes génitaux et extra- génitaux :

IV.2.1. Atteinte génitale chez la femelle

L'atteinte génitale chez la femelle se caractérise essentiellement par :

IV.2.1.1. L'avortement

C'est l'expulsion d'un fœtus mort (Fig. 4) ou qui ne survit que quelques heures, il est la caractéristique de la maladie, il survient habituellement à partir du 3^{ème} mois de gestation ou en fin de la gestation. On peut avoir des avortements importants au début de l'infection du troupeau, puis le cheptel acquiert une résistance qui fait disparaître les avortements (Brugère-Picoux, 2016 ; Anonyme 1, 2019).



Figure 4: Avorton d'une brebis brucellique (Corbel, 2006).

IV.2.1.2. La rétention placentaire

Il s'agit de la non expulsion des annexes fœtales normalement dans les 6 heures qui suivent l'agnelage, si ce délai est passé, il y a rétention placentaire (Bonnes et Desclaude, 2005)

Chez les ovins les retentions placentaires sont moins fréquentes que chez les bovins.

IV.2.1.3. La stérilité temporaire

La stérilité temporaire est fréquente même en l'absence de rétention placentaire, elle peut toucher 10% des femelles dans un troupeau la première année (Anonyme 1, 2019).

IV.2.1.4. La mammite

Les mamelles sont le siège d'inflammation avec formation de nodules de la taille d'une noix, responsables d'un lait grumeleux.

IV.2.2. Atteinte génitale chez le mâle

L'atteinte génitale chez le mâle est généralement inapparente. Néanmoins, il est possible d'observer des cas d'orchite, d'épididymite ou une baisse de fertilité.

L'infection du bélier par *B. ovis* est à l'origine de l'« épидидymite contagieuse » qui se traduit par l'inflammation de l'épididyme, du scrotum et du testicule et qui cause une baisse très importante de la fertilité (Bodelet, 2002).

IV.2.3. Atteinte extra-génital

Dans les infections naturelles survenant sur le terrain, d'autres symptômes, tels que l'arthrite, la spondylite et l'orchite sont rarement trouvées (Acha et Szyfres, 2001).

IV.3. Lésions

Les lésions observées se localisent essentiellement au niveau de l'appareil génital.

IV.3.1. Chez la femelle

IV.3.1.1. Les lésions macroscopiques

Ces lésions s'observent chez les femelles ayant avorté chez qui on note des zones d'œdèmes et de nécroses sur le placenta ainsi que la présence d'exsudat brun-rougeâtre entre l'allantochorion et l'endomètre (Garin-Bastuji, 2003).

IV.3.1.2. Les lésions microscopiques

On observe des *Brucella* intra-cytoplasmiques dans les cellules épithéliales des zones affectées. Des cellules trophoblastiques desquamées et quelques macrophages, neutrophiles et plasmocytes apparaissent dans les espaces entre villosités chorioniques et les septa. Ces lésions peuvent aussi s'accompagner d'une endométrite (Garin-Bastuji, 2003).

IV.3.2. Chez le mâle

Des lésions de types granulomateuses ou nécrotique sont observées au niveau de l'épididyme, des testicules et parfois au niveau des vésicules séminales et de la prostate (Garin-Bastuji, 2003).

Chapitre V
Diagnostic

V.1. Diagnostic clinique et épidémiologique

Chez les petits ruminants, la brucellose se manifeste principalement par l'avortement dans la phase terminale et la mortalité postnatale, aussi elle peut se manifester par la rétention placentaire, l'arthrite, la stérilité temporaire et les mammites.

Chez le mâle, on peut observer des orchites ou orchi-épididymite ainsi qu'une baisse de fertilité. Chez les ovins la maladie se caractérise par une longue période d'incubation et un caractère latent marqué. L'animal infecté peut durant un temps assez long ne pas manifester de symptômes ni présenter de réactions positives au diagnostic sérologique (Crespo *et al*, 2003).

Dans le diagnostic épidémiologique on doit répertorier les informations concernant la relation du cheptel avec d'autres animaux d'espèces différentes (animaux sauvage ou domestiques) aussi les contacts avec d'autres cheptels, lors du pâturage par exemple. Enfin, nous devons décrire de manière générale toutes les introductions au sein des cheptels comme des achats récents, des prêts et tous les mouvements du cheptel dans l'année qui précède l'apparition de la maladie (Anonyme 7, 2015).

V.2. Diagnostic expérimental

Le diagnostic peut se faire de manière directe ou indirecte.

V.2.1 Examen direct

V.2.1.1. Les prélèvements

- Prélèvement sur l'animal vivant : les prélèvements de choix sont les sécrétions génitales, le lait, l'excrétion mammaire et génitale.
- Prélèvements sur l'avorton : le contenu stomacal, les poumons et la rate.
- Prélèvements sur les annexes placentaires : ces prélèvements sont très intéressants car ils sont très riches en *Brucella* cependant ils sont très dangereux car ils peuvent contaminer l'environnement et le préleveur ainsi que le personnel chargé du transport et même le personnel de laboratoire de diagnostic.
- Prélèvement sur la carcasse : les testicules, la rate et les ganglions constituent les prélèvements les plus intéressants (Garin-Bastuji, 2003).

V.2.1.2. Isolement et identification

Le diagnostic définitif de la maladie n'est permis que par l'isolement et l'identification de *B. melitensis*. Généralement on utilise les milieux de cultures suivants : la gélose albumine et la gélose trypticase-soja avec 5 % de sérum fœtal bovin. Les milieux sélectifs utilisés sont ceux de Kudzas et Morse et de Ferrel (Crespo *et al*, 2003).

La forme des colonies, le mode de coloration, les tests de l'oxydase et de l'uréase ainsi que l'agglutination avec un sérum mono-spécifique, anti-S ou anti-R permettent de déterminer si le micro-organisme en question fait ou non partie du genre *Brucella*. Pour l'identification précise, il convient de recourir à d'autres techniques comme les besoins en CO₂, la production d'H₂S, la croissance en présence de colorants (Fuscine basique et thionine aux concentrations de 1/25000, 1/50000 et 1/10000) ou l'agglutination par des sérums mono-spécifiques préparés sur lapin (Anti-A, Anti-M et Anti-R) (Crespo *et al*, 2003).

V.2.1.3. Diagnostic microscopique

Les techniques de coloration utilisées pour l'examen microscopique des prélèvements sont :

- La coloration de Koster pour la mise en évidence des *Brucella*
- La coloration de gram (Branger et Roustel, 2007).

V.2.1.4. Diagnostic moléculaire

La technique de l'amplification génique par Polymérase Chain Reaction (PCR) permet la détection des séquences spécifiques du génome de *Brucella*. Cette technique permet un diagnostic plus rapide que la mise en culture bactérienne et aussi elle présente l'avantage d'être plus sûre pour les opérateurs. Cette technique est spécifique de genre et ne permet pas de déterminer l'espèce en cause (Maurin, 2007 ; Chakroun et Bouzouaia, 2007 ; Maurin et Brion, 2009).

V.2.2. Examen indirect

Il s'agit d'un diagnostic immunologique qui se fait par :

- Sérologie sur sang prélevé sur tube sec.
- Sérologie sur lait de mélange prélevé directement dans le tank.
- Test allergique (Garin-Bastuji *et al*, 2006).

V.2.2.1. Sérologie du sang

C'est un diagnostic sérologique qui permet la mise en évidence d'anticorps anti-LPS en choisissant un antigène de référence :

- ✓ LPS en phase S pour le diagnostic des infections par *B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*.
- ✓ LPS en phase R pour le diagnostic de *B. ovis* et *B. canis*. (Garin-Bastuji *et al*, 2006).

Pour identifier l'espèce de *Brucella* avec précision on peut utiliser une des techniques citées ci-dessous ou combiner deux techniques en même temps pour plus de fiabilité (Garin-Bastuji *et al*, 2006).

➤ Epreuve à l'antigène tamponné (EAT)

L'EAT, appelée aussi test du Rose Bengale, est un test très sensible qui détecte précocement l'infection, mais peu spécifique, avec l'apparition de faux positifs. Cette méthode est efficace en cas de surveillance, car elle détecte très bien les troupeaux infectés. Néanmoins, les résultats sont parfois positifs pour des cheptels indemnes, cette épreuve doit donc être complétée par un autre test plus spécifique (Laudat *et al*, 1987). L'EAT détecte les anticorps sériques dirigés contre le LPS, produits dès les premières phases de l'infection, les anticorps IgM principalement, mais également les IgG1. Ils sont mis en évidence par interaction avec un antigène brucellique coloré au Rose de Bengale mis dans un milieu acide tamponné (Anonyme 6, 2014).

➤ La réaction de fixation du complément (FC)

La FC est une technique moins sensible que la technique (EAT) mais elle présente moins de faux positifs. Cependant la détection de l'infection est plus tardive (Garin-bastuji, 2003) car elle détecte des anticorps fixant le complément produit durant les phases les plus anciennes de la maladie notamment les IgG1 c'est pour cette raison que ce test est utilisé dans les zones indemnes. Pour augmenter la sensibilité du dépistage et de détecter plus facilement les cheptels infectés on utilise les deux tests (EAT et FC) (Fournier, 2014).

➤ Elisa (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay)

C'est une méthode sérologique qui peut mettre en évidence des classes particulières d'anticorps ou la totalité des anticorps, elle est très sensible et très rapide car elle peut

s'effectuer sur sérum individuel ou sur mélange de dix sérums. Dans ce dernier cas sa spécificité augmente tout en restant sensible (Garin-Bastuji, 2003).

V.2.2.1.1. Limites de ces techniques

Le dépistage des animaux infectés latents repose sur la mise en évidence d'anticorps. Les tests sérologiques sur sérums sanguins manquent de spécificité, leur valeur prédictive positive est faible dans une zone indemne. Ils présentent parfois des réactions sérologiques faussement positives, anciennement appelées réactions « atypiques ». Celles-ci sont dues à des réactions antigéniques croisées entre les *Brucella* et d'autres bactéries. En effet, les tests sérologiques reposent sur la détection d'anticorps dirigés contre le LPS de type S des *Brucella*. Cependant, d'autres bactéries possèdent ce genre de LPS telles que *Yersinia enterocolitica* O:9, *Escherichia coli* O157 ou encore *Francisella tularensis*. Ainsi, si un animal est infecté par l'une de ces bactéries, il présentera une réaction positive aux tests sérologiques de dépistage de la brucellose (Munoz *et al*, 2005). Les anticorps IgM sont le plus souvent impliqués dans ces réactions croisées (Nielsen, 2002).

V.2.2.2. Sérologie sur le lait de mélange

➤ **Elisa**

C'est une technique qui s'effectue sur lait de mélange, elle constitue la méthode la plus spécifique et la plus sensible des méthodes de dépistage sur lait pour la brucellose chez les bovins. Ce test est à utiliser dans les zones indemnes. Si les résultats obtenus sont faussement positifs, il suffit de refaire le test quelques semaines plus tard et on obtiendrait généralement des résultats négatifs (Anonyme 7, 2010).

➤ **Le ring test (RT) ou test de l'anneau**

C'est un test qui n'est utilisable que pour le lait de bovins. Il est cependant de moins en moins utilisé. Il s'agit d'une réaction d'agglutination qualitative obtenue par interaction des anticorps contenus dans le lait, les IgG1, IgM et surtout les IgA sécrétoires, dirigés contre le LPS bactérien, avec un antigène coloré par l'hématoxyline. Les agglutinats ainsi formés se lient aux globules gras qui remontent à la surface du lait formant ainsi un anneau coloré, si le test est positif (Nielsen, 2002). Cette méthode manque de sensibilité surtout lors d'infections récentes. La qualité du lait influe sur le résultat, comme avec le lait de mammite, le colostrum ou le lait de fin de lactation (Boraker *et al*, 1981). Il est préférable d'utiliser ce test sur un mélange de lait

issu de moins de 80 bovins, au-delà la sensibilité du test diminue du fait de la dilution (Garin-Bastuji, 1993a).

V.2.2.3. L'examen indirect par test allergique

Ce test s'appelle l'épreuve cutanée allergique (ECA), il met en jeu la voie cellulaire de réponse immunitaire 3. Ce test constitue un moyen pour le diagnostic différentiel des réactions sérologiques faussement positives, il est fait par la recherche d'une réaction d'hypersensibilité retardée (HSR) à la brucelline. Cet extrait protéique purifié est obtenu à partir d'une *Brucella* en phase R dépourvu de LPS en phase S. Aucune production d'anticorps pouvant interférer avec le diagnostic sérologique et aucune réaction inflammatoire ne sont donc induites (Fournier, 2014).

Ce test est très sensible et très spécifique, sauf si l'animal a été vacciné auparavant, ou si l'infection est récente comme souvent lors d'avortements. Un délai de six semaines est à respecter entre deux ECA pour éviter toute interaction. Le facteur limitant pour ce test est la disponibilité de la brucelline (Fournier, 2014).

V.3. Diagnostic différentiel

Certes l'avortement est une conséquence de la brucellose mais il peut être aussi engendré par d'autres maladies infectieuses telles que (chlamydie, salmonellose, fièvre Q, listériose, campylobactériose, mycoplasmoses, leptospirose...),

L'avortement peut avoir aussi d'autres origines comme l'origine nutritionnelle (toxémie de gestation...) et l'origine parasitaire comme la toxoplasmose (Anonyme 1, 2019).

Cependant certains critères peuvent nous permettre de faire le diagnostic différentiel, par exemple :

- Pour la brucellose et la fièvre Q, seuls les avortements en séries survenus dans un laps de temps réduits (3 avortements minimums en 7 jours ou moins) sont pris en compte dans le diagnostic différentiel.
- Pour la toxoplasmose, la présence de formations blanches punctiformes dues à l'existence de foyers nécrotiques sur le fœtus et la momification de ce dernier peuvent être le signe de la toxoplasmose mais pas de manière systémique.
- Pour la chlamydie, les fœtus apparaissent frais car la mort fœtale est tardive.

- Pour a salmonellose, en plus des avortements qui surviennent 6 à 8 semaines avant le terme, on observe aussi une hyperthermie, des métrites ainsi qu'une possibilité de mortalité (Anonyme 8, 2015).

Chapitre VI
Traitement et
prophylaxie

VI. 1. Traitement

Le traitement de la brucellose animale est théoriquement possible vu que *Brucella* est sensible aux antibiotiques, notamment aux tétracyclines. Cependant, l'administration d'antibiotiques est rigoureusement interdite par les autorités sanitaires en raison de son coût prohibitif, du risque accru d'apparition de *Brucella* résistante aux antibiotiques, dangereuses pour l'animal comme pour l'homme, ainsi que l'absence de garantie quant au statut infectieux de l'animal traité (Godfroid *et al*, 2003).

Aucun traitement économiquement supportable n'étant réellement efficace, le traitement des brucelloses bovine, ovine, caprine et porcine est formellement interdit par la réglementation. Tout animal atteint par la brucellose doit être abattu (Garin-Bastuji, 2003).

VI.2. Prophylaxie

VI.2.1. Prophylaxie sanitaire

Pour les petits ruminants, l'assainissement des troupeaux infectés repose sur l'isolement et l'élimination précoce de tous les ovins reconnus infectés, ainsi que sur la destruction du germe éventuellement présent dans l'environnement. Le résultat sera définitif uniquement si le taux d'infection est faible, avec un renouvellement fréquent des contrôles, et un cheptel à l'abri de contaminations extérieures. Si ces conditions ne sont pas réunies, la seule solution est l'élimination en bloc du troupeau (Anonyme 1, 2019).

Quant à la protection des troupeaux indemnes, elle demande de contrôler les introductions et la transhumance (interdite pour les troupeaux infectés), et pour ce faire les pays indemnes doivent appliquer les dispositions du code zoosanitaire internationale de l'OIE (OIE, 2005).

VI.2.2. Prophylaxie médicale

La vaccination constitue la base de la prophylaxie médicale. Le vaccin *Brucella melitensis* Rev.1 est le vaccin le plus largement utilisé pour la prévention de la brucellose chez les ovins et les caprins et demeure le vaccin de référence auquel tout autre vaccin doit être comparé (Acha et Szyfres, 2001 ; OIE, 2008). Le vaccin Rev.1 provoquerait l'apparition d'anticorps sériques, protecteur chez 95% des individus pendant 4 à 5 ans (Bodelet, 2002). Il est utilisé sous forme d'une suspension lyophilisée de la souche Rev.1 vivante de *B. melitensis* biovar 1 pour l'immunisation des ovins et des caprins. Il est habituellement délivré aux agneaux et chevreaux âgés de 3 à 6 mois en une seule injection par voie sous-cutanée ou conjonctivale. La dose recommandée se situe entre $0,5 \times 10^9$ et $2,0 \times 10^9$ organismes viables.

La vaccination par voie sous-cutanée induit de fortes interférences avec les épreuves sérologiques et ne doit pas être recommandée dans les programmes combinés d'éradication. Cependant, lorsque ce vaccin est administré par voie conjonctivale aux agneaux et chevreaux âgés de 3 à 6 mois, il induit une protection semblable sans réponse anticorps persistante, ce qui facilite l'application de programmes d'éradication associés avec la vaccination.

Des précautions doivent être prises lors de l'utilisation du Rev.1 pour éviter de contaminer l'environnement ou d'infecter l'homme.

Dans de nombreux pays en développement et en zones d'enzootie, la vaccination de la population entière est considérée comme la meilleure option pour contrôler la maladie. Cependant, on sait que le vaccin Rev.1 peut induire des avortements et une excrétion dans le lait lorsque les animaux sont vaccinés pendant la gestation, que ce soit à dose normale ou réduite. Ces effets secondaires sont considérablement réduits lorsque les animaux adultes sont vaccinés par voie conjonctivale (à dose normale), avant le rut ou durant le dernier mois de gestation. Ainsi, lorsque la vaccination de masse constitue le seul moyen de contrôler la maladie, la campagne de vaccination doit être organisée avec la dose normale de Rev.1 administrée par voie conjonctivale et au moment où les animaux sont non gestants ou durant la saison d'agnelage (OIE, 2008).

*Partie
expérimentale*

Matériels
&
Méthodes

I. Zone et période de l'étude

La présente étude a été réalisée durant la période qui s'est étalée de décembre 2019 à mars 2020 dans la daïra de Berrouaghia.

La daïra est située dans le sud-est de la wilaya de Médéa à 88 km au sud-ouest de la capitale.

Sur le plan administratif, la daïra se subdivise en trois communes : Berrouaghia, Ouled Deid et Rebaïa avec une superficie totale 46132 ha (Fig.5).

Sur le plan agricole la daïra est divisée en deux zones :

- Zone nord : à vocation polyculture (vigne, arboriculture, fourrage, céréale) associée à l'élevage bovin.
- Zone sud : à vocation céréalière associée à l'élevage ovin.



Figure 5: Daïra de Berrouaghia avec ses trois communes (Anonyme 6, 2019).

I.1. Climat

I.1.1. Pluviométrie

En moyenne avoisine les 550 mm/an pour les communes de Berrouaghia et Ouled Deid, par contre elle est moindre au niveau de la commune de Robia avec 350mm/an.

I.1.2. Température

Basse en hiver jusqu'à 0°C et élevée en été jusqu'à 40°C.

II.2. Espèce étudiée

L'espèce animale étudiée est l'ovine, les animaux sont des deux sexes, d'âge adulte (supérieur à un an) et de différentes régions de la daïra de Berrouaghia et ses alentours.

III. Matériel

Le matériel utilisé dans la présente étude comporte :

1. Deux questionnaires (un premier adressé aux services vétérinaires et un second aux éleveurs).
2. Le matériel nécessaire pour les prélèvements sanguins.
3. Le matériel nécessaire pour la récolte de sérums et le test sérologique.

III.1. Questionnaires

Un questionnaire constitué de :

- 12 questions, a été adressé aux services vétérinaires de la daïra de Berrouaghia (Annexe 1).
- 19 questions, a été adressé aux éleveurs (Annexe 2).

III.2. Matériel de prélèvements sanguins

Le matériel utilisé dans les prélèvements est présenté en annexe 3.

III.3. Matériel de récolte de sérums et de test sérologique

Le matériel nécessaire pour la récolte de sérums et le test sérologique est présenté en annexe 3.

IV. Méthodes

IV. 1. Questionnaires

- **Questionnaire adressé aux services vétérinaires**

Ce questionnaire a été réalisé par nous même au cours d'un entretien avec un responsable des services vétérinaires. Il a pour objectif de connaître :

1. Les effectifs ovins et leur localisation dans la région de Berrouaghia.
2. La prévalence de la brucellose ovine, caprine et bovine au niveau de la région de Berrouaghia.

3. L'application de la vaccination anti-brucellique dans la région.

➤ **Questionnaire adressé aux éleveurs**

Le questionnaire adressé aux éleveurs est réalisé par nous même au cours de notre visite chez eux. Certaines questions sont remplies par simple constatation visuelle alors que d'autres nécessitent la réponse de l'éleveur. Le questionnaire vise les volets suivants :

1. Identification de l'élevage
2. Caractéristique de l'élevage.
3. Situation des avortements dans l'élevage et conduite de l'éleveur
4. État sanitaire associé à la brucellose.

IV.2. Choix des élevages et des sujets

En absence d'une liste nominative des élevages pour faire un échantillonnage représentatif, le choix des élevages de notre étude a été fait aléatoirement, il est basé sur :

- L'accessibilité des élevages.
- L'accord du vétérinaire traitant pour nous accompagner à l'élevage.
- L'acceptation des éleveurs à coopérer avec nous.

Au cours de notre étude, nous avons visité 36 élevages ovins d'un effectif variant de 30 à 250 têtes à statut sérologique inconnue pour la brucellose, ayant connu ou pas des avortements, ils sont localisés dans les communes de Berrouaghia et Robeia.

Pour le nombre de sujets a prélevé, nous avons opté pour le prélèvement de 10% de l'effectif de chaque élevage et cela de la manière suivante :

- Pour les élevages ayant des avortements, ont été prélevés :
 - Toutes les femelles ayant avorté au cours des trois derniers mois précédant notre passage (non vaccinées).
 - 1 à 2 femelles qui ont mis bas normalement au cours de la même période et qui ne sont pas vaccinées.
 - 1 à 2 mâles reproducteurs.
- Pour les élevages n'ayant pas enregistré d'avortements, ont été prélevés :
 - Des femelles mises à la reproduction et non vaccinées, prises au hasard en fonction de la taille de l'élevage.

- 1 à 2 mâles reproducteurs.

Au total nous avons prélevé 149 échantillons.

IV.3. Prélèvements sanguins

Chaque animal est identifié, contentionné par l'éleveur, puis prélevé au niveau de la veine jugulaire (Fig.6). Les tubes sont maintenus en position verticale et acheminé sous couvert de froid pour leur analyse sérologique ultérieure.

Chaque prélèvement est accompagné d'une fiche de renseignement comportant la date, l'âge, le sexe et le statut physiologique.



Figure 6: Prélèvement sanguin au niveau de la veine jugulaire.

IV.4. Récolte des sérums

Les prélèvements sanguins sont traités au niveau du laboratoire de recherche de l'institut des sciences vétérinaires selon la méthode suivante (Fig. 7):

- Décollement du culot.
- Centrifugation des tubes à 3000t/mn pendant 10 mn.
- Récupération et distribution des sérums dans des tubes Eppendorf identifiés.



Décollement du culot



Centrifugation



Récupération du sérum



Distribution dans les Eppendorfs

Figure 7: Méthode de récolte du sérum.

IV.5. Test sérologique

L'analyse sérologique a été effectuée par l'épreuve à l'antigène tamponnée (EAT) appelée aussi « test du Rose Bengale ». Ce dernier permet la détection des anticorps sériques dirigés contre *Brucella sp* par une réaction d'agglutination.

➤ Epreuve

- Effectuer l'épreuve sur des sérums purs non dilués, non chauffés.
- Laisser à température ambiante avant emploi pendant 30 mn les sérums et le réactif pour les examens.
- Déposer sur la plaque 30 μ l du sérum à examiner et 30 μ l de l'antigène côte à côte (Fig.7).
- Pour chaque série déposer des sérums témoins positif et négatif.
- Mélanger rapidement et délicatement le sérum et l'antigène avec les bâtonnets à usage unique.

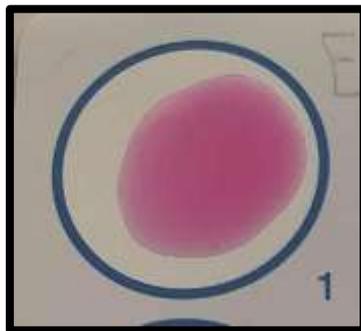
- Agiter la plaque manuellement avec des mouvements rotatoires pendant 4 minutes.

➤ **Lecture**

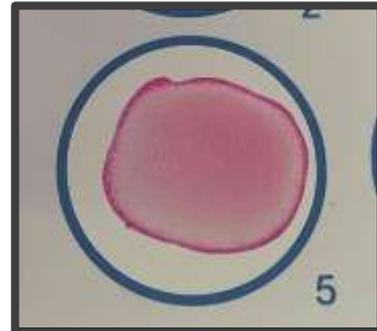
Effectuer la lecture immédiatement après les 4 mn sous un bon éclairage et à l'œil nu (Fig.8).

➤ **Interprétation**

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



Absence d'agglutinats



Présence d'agglutinats

Figure 8: Interprétation des résultats de l'EAT.

IV.6. Analyse statistique

Les degrés de signification des liens entre le statut sérologique et les troubles de la reproduction ont été effectués par le test de χ^2 . Ces liens ont été considérés significatifs pour $p < 0,05$.

Résultats

Nous présentons ci-dessous les résultats correspondant aux objectifs ciblés en trois parties :

Partie I : Etude de la situation épidémiologique de la brucellose dans la région de Berrouaghia.

Le traitement des données obtenues au niveau des services vétérinaires de la daïra de Berrouaghia est présenté ci-dessous :

I.1. Effectifs et localisation des élevages ovins

La répartition des élevages et effectifs ovins au niveau de la daïra de Berrouaghia est présentée dans le tableau 3.

Tableau 3: Répartition des élevages et effectifs sur les communes de Berrouaghia (services vétérinaires de la daïra de berrouaghia, 2019).

Communes	Nombre d'élevage (%)	Nombre de têtes	Dont brebis
Berrouaghia	108 (29,26%)	6485	3584
Ouled Deid	101 (27,37 %)	7608	429
Rebaia	160 (43,36 %)	11127	5059
Total	369	25220	12922

Le tableau montre que la commune de Rebaia détient le plus grand nombre d'élevages (43,36%).

Les effectifs moyens des élevages sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4: Effectifs moyens des élevages.

Effectifs moyens des élevages

Effectif moyen/ élevage (Têtes)	Effectif moyen des grands élevages (Têtes)	Effectif moyen des petits élevages (Têtes)
80	400	30

Le tableau montre que la taille des élevages varie de 30 à 400 têtes avec une moyenne de 80 têtes par élevage.

I.2. Prévalence de la brucellose au niveau de la région de Berrouaghia

Concernant la séroprévalence de la brucellose ovine, caprine et bovine dans la région ; aucune information n'a pu être communiquée faute de données aussi bien récentes qu'anciennes.

I.3.Vaccination anti brucellique

Les réponses concernant la vaccination et son protocole dans les élevages de la région sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5: Protocole de la vaccination anti-brucellique.

Questions	Réponses
Début des campagnes de vaccination	2013
Espèces concernées	Ovins, Caprins
Rythme des campagnes	C'était annuel pour les années 2013, 2014, 2015.
Refus de la vaccination par les éleveurs	Refus de certains éleveurs
Protocole vaccinal	Age : tout âge à partir de 3 mois. Sexe : les deux sexes à l'exception des femelles gestantes Voie : Conjonctivale

Le tableau montre que :

- Les campagnes de vaccination concernent les petits ruminants, elles ont débuté en 2013.
- Elles ne sont pas systématiquement annuelles.
- Certains éleveurs refusent de vacciner leur cheptel.

Partie II : Etude séro-épidémiologique de la brucellose ovine

Dans cette partie de l'étude, nous rapportons les résultats obtenus dans 36 élevages ovins. Les caractéristiques des élevages ainsi que les séroprévalences de la brucellose sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

II.1. Caractéristiques des élevages

Les principales caractéristiques des 36 élevages visités sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6: Principales caractéristiques des élevages visités.

Caractéristiques	Nombre	Pourcentage (%)
Expérience professionnelle des éleveurs		
Moins de 5 ans	5	13.88
Entre 5 ans et 10 ans	13	36.11
Entre 10 et 20 ans	5	13.88
Plus de 20 ans	13	36.11
Effectifs des élevages (têtes)		
Moins de 10	0	0
Entre 10 et 50	10	27.77
Entre 50 et 100	12	33.33
Plus de 100	14	38.88
Localisation de la ferme		
Urbaine	0	0
Rurale	36	100
Clôture de la ferme		
Complètement	36	100
Partiellement	0	0
Type de logement		
Etable bâti	12	33.33
Zriba	24	66.66
Hygiène de l'élevage		
Très sale	3	8.33
moyenne	28	77.77
Bonne	5	13.88
Type d'élevage		
Intensif	5	13.88
Extensif	31	86.11

A partir du tableau nous constatons que la majorité des élevages :

- Sont pratiqués depuis plus de 5 ans.

- Ont un effectif supérieur à 50 têtes.
- Sont de type extensif.
- Logent les animaux dans des zriba.
- Ont un niveau d'hygiène de l'élevage moyen

II.2. Séroprévalences de la brucellose

Les séroprévalences à l'échelle d'élevage et individuelle sont présentées dans les tableaux ci-dessous:

II.2.1. Séroprévalence d'élevage

Le taux d'élevage ayant enregistré au moins un cas séropositif est présenté dans la figure 9.

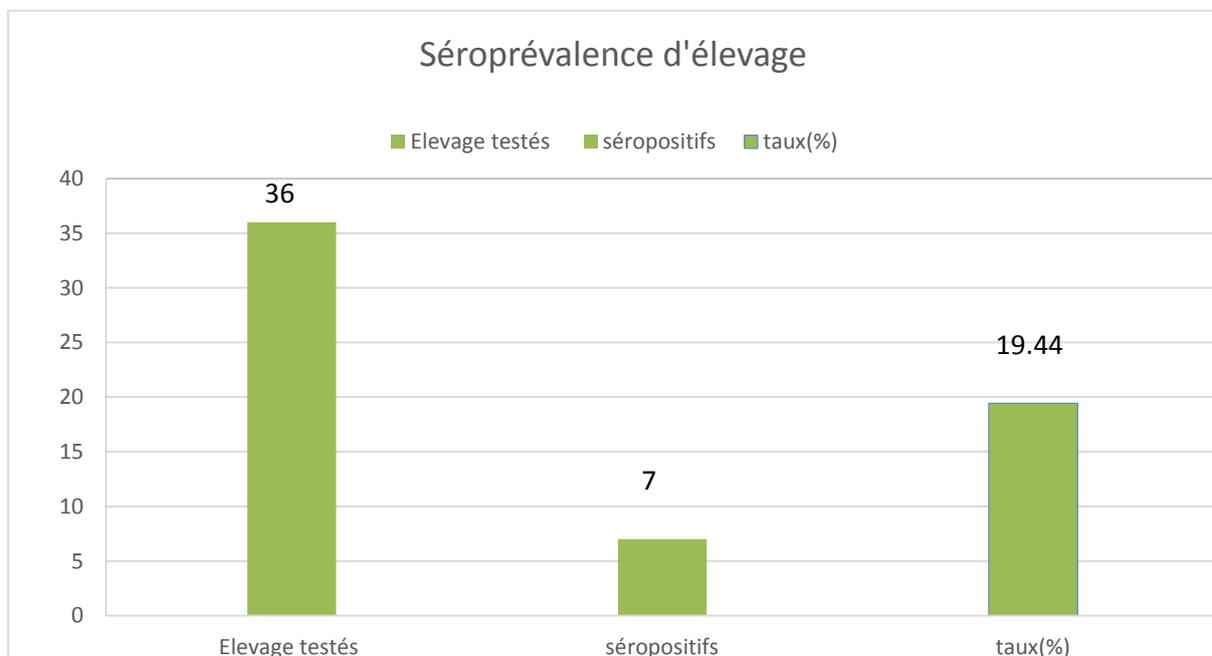


Figure 9: Séroprévalence d'élevage.

Le graphe montre que 19.44 % des élevages testés ont recensés au moins un cas séropositif à la brucellose.

II.2. 2. Séroprévalence individuelle

La séroprévalence individuelle observée pour les 149 sujets testés est présentée dans la figure 10.

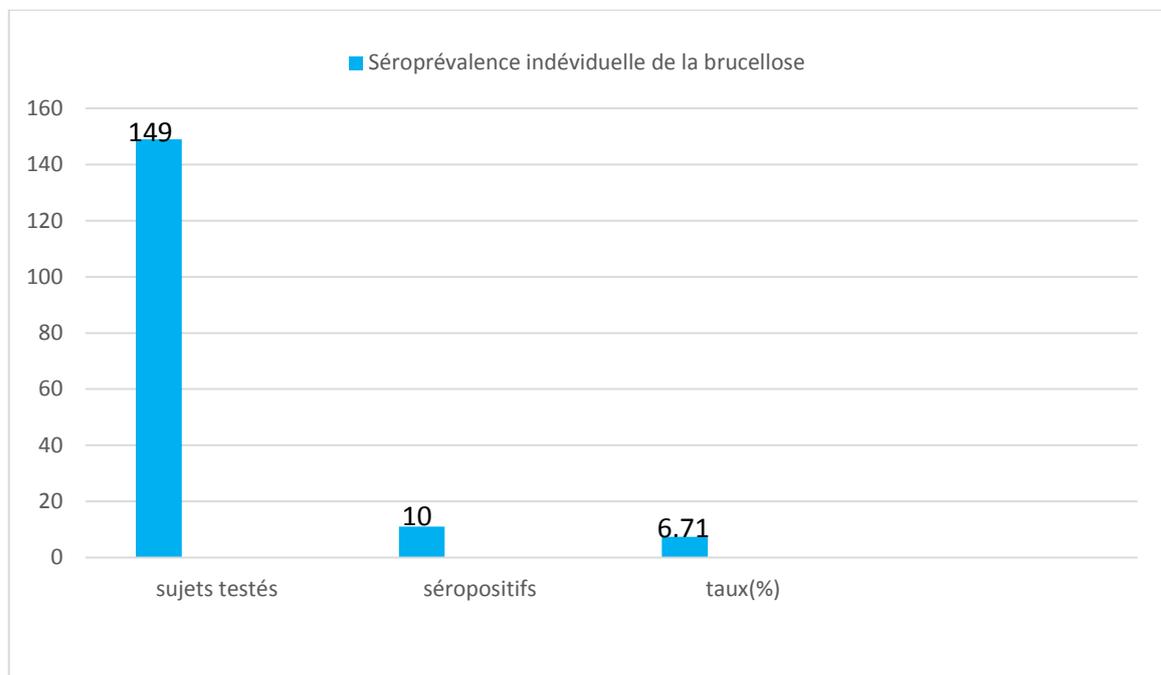


Figure 10: Séroprévalence individuelle

La figure montre que 6.71% des sujets testés sont séropositifs à la brucellose

II.3. Répartition de la séroprévalence en fonction du sexe

La répartition des séroprévalences individuelles en fonction du sexe est présentée dans le tableau 7.

Tableau 7: Séroprévalence en fonction du sexe.

Sexe	Sujets testés	Séropositifs	%	P
Femelles	118	8	6.77	0.95
Mâles reproducteurs	31	2	6.45	

Le tableau montre qu'il n'y a pas de différence significative entre la séropositivité des mâles et des femelles ($p=0.95$).

Partie III : Statut sérologique et troubles de la reproduction

La confrontation du statut sérologique avec certains troubles de la reproduction observés au niveau des élevages est présentée dans les tableaux ci-dessous.

III.1. Avortements

III.1.1 Taux d'avortement

Le taux d'élevages ayant enregistré des avortements durant l'année en cours est présenté dans la figure 11 ci-dessous

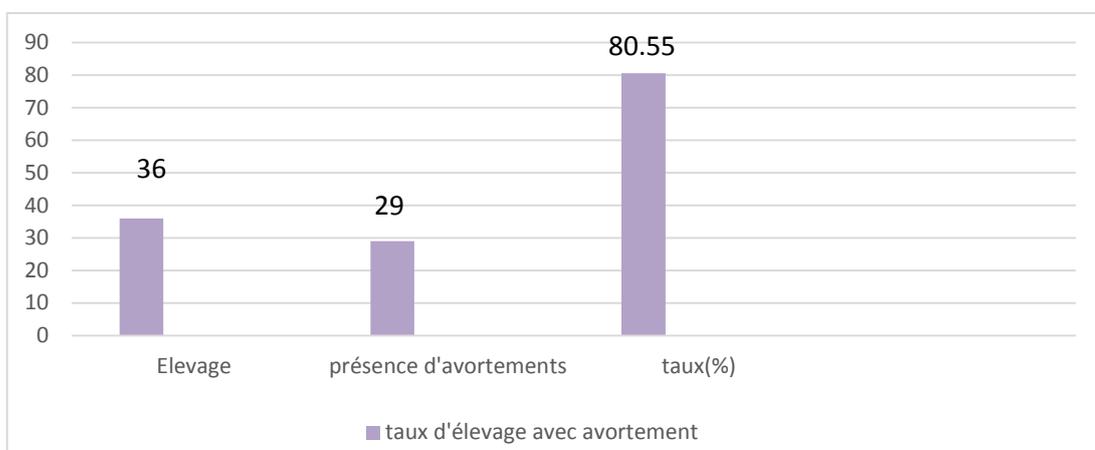


Figure 11: Taux d'élevages avec avortements

La figure montre que 80,55% des élevages ont enregistré des avortements durant l'année en cours.

III.1.2. Mesures prises lors d'avortement

Les mesures prises par les éleveurs lors d'un agnelage normal ou lors d'un avortement sont présentées dans le tableau 8 ci-après :

Tableau 8: Mesures prises par l'éleveur lors d'un agnelage ou avortement.

Questions	Réponses (%)		
1. Avez- vous un box d'agnelage	Oui	Non : 100	
2. La majorité des agnelages ont lieu à	L'intérieur de l'étable : 100	Dans l'air d'exercice : 100	Au pâturage : 100
3. Est-ce que vous isolez les femelles qui ont avorté	Oui	Non : 100	
4. Conduite face à l'endroit d'agnelage ou d'avortement	Lavage à l'eau seulement	Désinfection (quel produit)	Aucune mesure : 100
5. Conduite face au matériel d'agnelage (cordes, lacs...)	Lavage à l'eau seulement	Désinfection (quel produit)	Aucune mesure :100
6. Les avortons sont :		Jetés dans la nature : 100	Enterrés

Le tableau montre que :

- Aucun éleveur ne possède de box d'agnelage
- Les agnelages peuvent se passer à n'importe quel endroit (l'intérieur, aire d'exercice ou pâturage).
- Aucun éleveur n'isole les avortées.
- Aucune mesure n'est prise pour le nettoyage de l'endroit de l'avortement ou de l'agnelage, ou aussi du matériel utilisé.
- La totalité des éleveurs jettent l'avorton dans la nature.

III.1.3. Statut sérologique et avortement

La confrontation du statut sérologique des élevages avec la présence ou l'absence des avortements est présentée dans le tableau 9 ci-dessous :

Tableau 9: Statut sérologique et avortement.

	Présence d'avortements	%	Absence d'avortements	%	P
Elevages séropositifs	6	85.71	1	14.28	0.112
Elevages séronégatifs	23	79.31	6	20.68	0.009

Le tableau VII montre que :

- Des avortements ont été observés dans 85.71% des élevages séropositifs.
- Des avortements ont été observés dans 79.31% des élevages séronégatifs.
- La comparaison statistique entre la présence ou l'absence des avortements dans les élevages séropositifs n'a pas montré de lien significatif ($p=0.112$).
- La comparaison statistique a montré qu'il existe plus d'élevages avec avortements parmi les élevages séronégatifs ($p=0.009$).

III.2. Statut sérologique et infertilité

La confrontation du statut sérologique des élevages avec la présence ou l'absence des infertilités chez les femelles et les mâles a montré qu'aucun cas de ce trouble de la reproduction n'a été signalé par les éleveurs.

III.3. Statut sérologique et mortinatalités

La confrontation du statut sérologique des élevages avec la présence ou l'absence des mortinatalités est présentée dans le tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10: Statut sérologique et mortinatalités.

	Présence de mortinatalités	%	Absence de mortinatalités	%	P
Elevages séropositifs	7	100	0	0	0.47
Elevages séronégatifs	27	93.10	2	6.9	

Le tableau montre que :

- 100% des élevages séropositifs signalent la présence de mortinatalités.
- 93.10% des élevages séronégatifs signalent la présence de mortinatalités.
- Il n'existe pas de lien entre le statut sérologique et les mortinatalités $p=0.47$.

III.4. Statut sérologique et malformations

La confrontation du statut sérologique des élevages avec la présence ou l'absence des malformations détectées par l'éleveur est présentée dans le tableau 11 ci-dessous :

Tableau 11: Statut sérologique et malformations.

	Présence de malformations	%	Absence de malformations	%	P
Elevages séropositifs	1	14.28	6	85.71	0.23
Elevages séronégatifs	11	37.93	18	62.06	

Le tableau montre que :

- 14.28% des élevages séropositifs signalent la présence de mortinatalités.
- 37.93% des élevages séronégatifs signalent la présence de mortinatalités.
- Il n'existe pas de lien entre le statut sérologique et les mortinatalités $p=0.23$.

Discussion

Dans la présente étude, les résultats de la première partie ont montré que la région de Berrouaghia détient un cheptel ovin important estimé à 25220 têtes, réparti de manière presque équitable dans les communes de Berroughia et Ouleddeid. Par contre le nombre d'élevage est plus important dans la commune de Rebaia.

L'effectif moyen des élevages est de 80 têtes, les plus grands d'entre eux atteignent les 400 têtes, cela signifie qu'il s'agit d'élevages professionnels et non pas d'élevages à titre familial.

Les données concernant la prévalence de la brucellose des trois espèces animales (ovine, caprine et bovine) sont quasi inexistantes dans la région, ce qui conforte notre problématique portant sur l'absence de données sur la brucellose ovine.

Concernant la vaccination, il s'avère que celle-ci n'a commencé qu'en 2013 alors que les campagnes de vaccination avaient débuté en 2006 dans d'autres wilayas. En effet, suite à une enquête qui a été réalisée en 2002 pour évaluer la séroprévalence de la brucellose chez les petits ruminants dans les hauts plateaux ; les résultats ont montré le caractère endémique de la maladie associée à de fortes prévalences. La répartition géographique montrait une assez forte prévalence dans les wilayas de l'est par rapport à l'ouest, et du nord par rapport au sud. En conséquence, et dans le cadre de la stratégie de contrôle et de prévention de cette zoonose, l'état algérien a adopté en 2006 une nouvelle approche prophylactique, en vaccinant les ovins et caprins de la steppe avec le vaccin Rev-1, alors que le programme de dépistage-abattage s'est poursuivi dans d'autres régions (Rahal et al., 2009 ; Kardjadj, 2016).

Selon les services vétérinaires, la décision d'adopter la vaccination dans la wilaya de Médéa a été prise suite à l'apparition d'un cas de brucellose humaine dans la ville de Kasr El Boukhari, une ville qui se situe à une quarantaine de kilomètre au sud de la daïra de Berrouaghia.

A partir de cet entretien, nous avons constaté que les modalités de vaccination sont bien respectées, soit la vaccination par la voie conjonctivale qui est la voie d'administration la plus efficace (Minas, 2006), et aussi la vaccination de tous les sujets d'âge supérieur à 3 mois assurant ainsi la plus grande couverture vaccinale. La vaccination des ovins et des caprins permet de limiter l'infection vu que les deux espèces sont sensibles à *B. melitensis* et que la majorité des élevages sont mixtes.

Cependant, nous avons appris que les campagnes de vaccination ne se faisaient plus après 2015, et que certains éleveurs refusaient la vaccination ce qui signifie que le programme n'est pas appliqué correctement et que la couverture vaccinale de la région n'est pas assurée en

totalité, ce qui pourrait compromettre les résultats escomptés par un programme de prophylaxie médicale.

Dans la seconde partie de l'étude, le traitement des données obtenues à partir du questionnaire adressé aux éleveurs montre que la majorité de ces derniers ont une expérience professionnelle supérieure à 5 ans ce qui leur a permis d'acquérir un savoir-faire, leur donnant la possibilité de détecter les différents troubles de la reproduction dont les infertilités, les avortements et les dystocies.

Nous avons constaté aussi que la majorité des éleveurs détiennent plus de 50 têtes et sont localisés en zone rurale, ce qui signifie qu'ils exercent l'élevage ovin à titre professionnel.

Pour le logement, la totalité des élevages est complètement clôturée ce qui limite l'entrée des espèces animales sauvages pouvant constituer une source de *Brucella*. Par ailleurs, la majorité d'entre eux (66,66%) logent les animaux dans des zriba qui représentent un logi précaire qui ne respecte aucune norme de biosécurité ou d'hygiène ce qui permet ainsi la persistance et la multiplication des germes. En effet, dans une étude menée par Dechicha et al. (2020) sur les avortements en élevages ovins de la wilaya de Djelfa, il a été rapporté que le logement en zriba constituait un facteur de risque pour les avortements. L'Hygiène constatée est en revanche majoritairement moyenne.

En ce qui concerne le type d'élevage, il est pour la majorité des élevages de type extensif ce qui signifie que les individus d'un troupeau sont en brassage avec d'autres troupeaux dans les pâturages ou dans les aires d'exercice. En conséquence, cela facilite la transmission de différents agents pathogènes tels que les brucelles qui se transmettent par un simple contact étroit entre les individus. En effet, selon Al talafhah et al. (2003) le niveau de séropositivité à la brucellose augmente significativement dans les élevages ovins pratiquant le pâturage en commun.

Pour la séroprévalence d'élevage enregistrée, elle est de 19,44%, un taux que nous jugeons important pour une région où on est sensé pratiquer la vaccination. Nous expliquons ce taux élevé par plusieurs facteurs tels que l'irrégularité des campagnes de vaccination qui devraient être annuelles, car comme constaté dans la première partie de notre étude la dernière campagne de vaccination date de 2015. Par ailleurs, nous avons vu que certains éleveurs refusent de vacciner leur cheptel ce qui permet l'entretien et la circulation de la bactérie dans l'élevage.

La brucellose semble sévir à un niveau enzootique dans les régions où l'élevage ovin est important. En effet, une séroprévalence d'élevage de 50% a été signalée dans la région de Djelfa (Dechicha et al., 2019) et de 33.33% dans la région de Sétif (Samari, 2017). En revanche, un taux plus bas (7.76%) a été signalé à Mostaganem (Sidhoum, 2019). À l'échelle Maghrébine, des séroprévalences variables ont été observées telles que 16.1% en Tunisie, et 9.2% en Lybie rapportés par Guesmi *et al.* (2018) et Al'Griw *et al.* (2017) respectivement.

La séroprévalence individuelle de notre échantillon est de 6.71%, ce taux reste assez élevé pour une wilaya concernée par le programme de vaccination contre la brucellose. Il pourrait en outre être plus élevé car nous avons analysé qu'un petit échantillon de chaque élevage ce qui n'est pas représentatif du statut sérologique de la totalité des sujets qui le composent.

Des séroprévalences individuelles de 10.11% à Djelfa et de 6.71% dans les wilayas de Constantine, Oum bouaghi et Skikda ont été rapportées par Dechicha et al. (2019) et Gabli et al. (2019) respectivement ; cela nous permet de dire que la situation épidémiologique de la daïra de Berrouaghia est comparable à ces wilayas et qu'elle est loin d'être maîtrisée.

La répartition des séroprévalences individuelles en fonction du sexe n'a pas montré de différence significative entre mâles et femelles, ce même constat a été observé dans l'étude de Bessine (2016). Cependant, sachant que les mâles que nous avons testés sont des reproducteurs, ils pourraient excréter la bactérie dans leur sperme et contaminer un grand nombre de femelles vu que chaque mâle peut saillir jusqu'à 10 femelles.

En revanche, ce sont les femelles infectées qui joueraient le plus grand rôle dans la transmission, car elles excrètent la bactérie dans le placenta et les sécrétions vaginales aussi bien lors de l'avortement que lors d'un agnelage à terme.

Dans la troisième partie de l'étude, le taux des élevages qui ont enregistré des avortements durant l'année en cours est très élevé (80.55%), il est proche des 79,41 % rapportés par Dechicha et al. (2020), cependant il est nettement supérieur aux 12.75% rapportés par Khalfallah et Sebai (2019). Quoique ce taux soit élevé, il ne représente qu'une partie des interruptions de gestations survenant dans un élevage car les mortalités embryonnaires précoces et tardives ainsi que les mortalités fœtales précoces ne sont pas détectées par l'éleveur. La propagation de ces avortements pourrait être expliquée par le mode extensif des

élevages qui permet le contact de nombreux troupeaux et la transmission des maladies infectieuses entre eux.

Pour les mesures prises par les éleveurs lors d'un agnelage normal ou lors d'un avortement, nous avons constaté que les éleveurs restent passifs devant l'avortement, ils ne prennent aucune mesure d'isolement ou de désinfection, pire encore ils jettent les avortons dans la nature. Sachant que les avortons restent pathogènes 2 à 3 semaines (Anonyme1, 2019), ils peuvent donc transmettre la bactérie à travers la manipulation des éleveurs ou à travers les chats ou les chiens qui les mangent. Cette attitude a été aussi révélée par Ouahchi (2011) dans la région de Djelfa.

La confrontation du statut sérologique des élevages avec la présence ou l'absence des avortements a montré que 85.71% des élevages séropositifs ont enregistré des avortements. En effet, l'un des signes majeurs rapportés en cas d'infection brucellique chez les ruminants est la présence d'avortement (Seleem *et al.*, 2010). Cependant, la différence statistique entre élevages avec avortements et sans avortements n'a pas été significative ($p=0.112$). Par ailleurs, nous avons constaté que 79.31% des élevages séronégatifs ont signalé des avortements. Cela montre que la cause de ces avortements n'était donc pas la brucellose et ces derniers pourraient avoir soit une origine non infectieuses tel les intoxications aux plantes toxiques, les carences en minéraux et vitamines, cause physique accidentel, mauvaise nutrition ou un stress thermique lors d'hivers rudes (Smith et Sherman, 2009). Ou bien ils pourraient avoir une autre origine infectieuse abortive telle que la toxoplasmose ou la chlamydiophylose.

Concernant les problèmes de fertilités, ils n'ont pas été constatés par les éleveurs des élevages de notre étude. En réalité, nous doutons de l'objectivité de cette donnée car les éleveurs ovins ne disposent pas réellement de moyens pour pouvoir détecter des femelles infertiles surtout pour ceux qui détiennent les grands effectifs. Par ailleurs, l'infertilité n'est pas un signe constant lors de la brucellose, il est possible donc de trouver un élevage séropositif sans que les sujets ne soient infertiles.

Pour ce qui est des mortalités nous constatons que 100% des élevages séropositifs signalent leur présence. La mortalité et les avortements représentent une part importante de la mortalité des agneaux occasionnés par la brucellose et constituent des pertes importantes pour les éleveurs. Cependant, nous n'avons pas retrouvé de lien entre le statut sérologique et

les mortinatalités ($p=0.47$) car 93.10% des élevages séronégatifs ont signalés aussi la présence de mortinatalités. Nous expliquons cela par la possibilité de présence d'autres maladies infectieuses abortives qui occasionneraient aussi des mortinatalités comme la chlamyphilose abortive ovine (Brugère-Picoux, 2011) et la fièvre Q (Groux, 2011).

Les résultats portant sur les malformations ont montré que 14.28% des élevages séropositifs en signalent la présence contre 37.93% des élevages séronégatifs. Nous n'avons pas observé de lien entre le statut sérologique et les malformations ($p=0.23$), il semble au contraire que les élevages séronégatifs présentent plus de malformations ce qui est en faveur de la présence d'autres agents infectieux abortifs en circulation dans les élevages et qui seraient responsables de malformations comme le virus Schmallenberg (Martinelle *et al.*, 2012) ou le Blue-tongue virus (Coetzee *et al.*, 2012).

Conclusión

Conclusion

Le présent travail est une contribution dans l'étude de la brucellose ovine dans la région de Berrouaghia, elle nous a permis de faire ressortir que:

Les séroprévalences sont assez élevées pour une infection censée être contrôlée par un programme de prophylaxie médicale. Ce constat signifie que la maladie persiste toujours à l'état enzootique et qu'elle constitue un réel danger pour la santé publique.

Le taux d'élevages avec avortements est très important, sans pour autant susciter une inquiétude des éleveurs. Ces derniers ne prennent aucune mesure particulière au vue de ces avortements.

Le taux d'élevages avec mortinatalités et malformations est également élevé.

Il n'existe pas de lien statistique entre la séropositivité des élevages et les avortements, les mortalités et les malformations. Cela signifie que la brucellose n'est pas la seule maladie infectieuse incriminée dans ces troubles de la reproduction, d'autres agents abortifs pourraient avoir un lien non négligeable.

Enfin, nous pouvant dire que la brucellose est loin d'être maîtrisée, elle constitue toujours un problème de santé animale et humaine engendrant de lourdes pertes économiques. L'application d'une stratégie de lutte sérieusement réfléchie et faisant intervenir tous les secteurs s'impose.

Recommandations

Recommandations

A l'issue de notre étude et afin de limiter l'infection brucellique, nous apportons quelques recommandations qui peuvent être appliqués à trois niveaux :

Dans l'élevage, il est recommandé de :

- Laver les équipements (Bottes, blouses et gants à l'eau chaude et détergents) ;
- Laver les contenants d'eau et d'alimentations de manière régulière et limiter leur accès aux animaux en les recouvrant ;
- Se laver soigneusement les mains à l'eau chaude et au savons après avoir été en contact avec les animaux (traite, agnelage) ;
- Eviter l'accès d'élevage aux animaux (chats et chiens) ;
- Avoir un box d'agnelage afin d'isoler des femelles gestantes.
- Isoler les animaux nouvellement acquis ;
- S'assurer d'avoir des béliers sains pour saillir les brebis ;
- Isoler les femelles avortées et désinfecter régulièrement leur entourage ;
- Enfouir les avortons et arrière-faix ;
- Déclarer les avortements auprès des services vétérinaires ;

Les services vétérinaires, il est recommandé de :

- Installer une confiance entre services vétérinaires et éleveurs en programmant des campagnes de sensibilisations et de vulgarisation pour permettre à l'éleveur de connaître la maladie et de collaborer avec les vétérinaires ;
- Assurer un bon recensement et une déclaration réelle des avortements ou des animaux malades ;
- Programmer les campagnes de vaccination de manière régulière ;

Enfin, nous recommandons aux vétérinaires praticiens d'assurer le lien entre les services vétérinaires et les éleveurs pour permettre une bonne communication entre ces deux interlocuteurs.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

1. Acha, N. P., Szyfres, B., 2001. Zoonoses and communicable diseases common to Man and Animals – Volume1: Bacterioses and Mycoses. 3ème édition. OIE, Washington, 378p.
2. Afssa, 2006. Brucella, <http://umvf.omsk-osma.ru/infectiologie/www.infectiologie.com/site/medias/documents/officiels/afssa/Brucella090207.pdf>. Consulté le 19/03/2020.
3. Akakpo, A.J., Têko-Agbo, A., Koné, P., 2009. L'impact de la brucellose sur l'économie et la santé publique en afrique.Conf. OIE 2009, 71-84.
4. Al-Talafhah AH, Lafi SQand Al-Tarazi Y 2003 Epidemiology of ovine brucellosis inAwassi sheep in Northern Jordan. Preventive Veterinary Medicine, 60: 297–306.
5. Alton, G. G., Forsyth, J. R. L., 1996.*Brucella*. In: Microbiologie médicale, 4^{eme} édition. Baron, S., University of Texas Medical Branch at Galveston.
6. Anonyme 1, 2019. La brucellose animale. Fascicule rédigés par les enseignants de maladies contagieuses des quatre Ecoles Nationales Vétérinaires Françaises. 58 p. https://evequalif.vet-alfort.fr/pluginfile.php/60749/mod_resource/content/0/Poly%20Brucellose_2019.pdf consulté le 23/03/2020.
7. Anonyme 2, 2018. Brucellose. <https://www.wiv-isp.be/matra/Fiches/Brucellose.pdf>consulté le 22 / 03/ 2020.
8. Anonyme 3, 2018. The Center for Food Security and Public Health, Iowa StateUniversity, institute for international cooperation in animal biologics, OIE, USDA. http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/brucellosis_melitensis.pdf.consulté le 17/05/2020.
9. Anonyme 4, 2014. Note de service du 25 février 2014 : Brucellose ovine et caprine : gestion des suspicions. Application de l'arrêté du 10 octobre 2013.DGAL/SDSPA/N2014-156.

10. Anonyme 5. 1993. Note de service du 24 novembre 2010 : Modification de la note DGLA/SDSPA 2010-8252 relative à la brucellose des bovinés. DGAL/SDSPA/N2010-8321.
11. Anonyme 6, 2020. La daïra de Berrouaghia avec trois communes. https://www.google.com/search?q=daira+de+berrouaghia+et+ses+communes&authuser=1&sxsrf=ALeKk0113P2h07QW4y7wAF4paQPHxqMxdg:1598813916594&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjD2738zcPrAhUtxoUKHUpoA1MQ_AUoBHoECAwQBg&biw=1366&bih=608#imgrc=H5vnMhYjs5tcEM, consulté le 15 décembre 2019.
12. Anonyme 7, 2015. Diagnostic différentiel des avortements chez les petits ruminants, bilan un an après la proposition d'une démarche harmonisée au niveau national. http://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace://SpacesStore/9aef4aac-f334-40d6-933e-ddd4e84a47db consulté le 26 /05/ 2020.
13. Benkirane, A., 2002. Epidemiologic surveillance and prevention of brucellosis in ruminants: the example of the north African region and the Near East. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 20(3), 757-767.
14. BenmiraMohammedi, F., 2015. La brucellose, Itelv, p. 15. <http://www.itelv.dz/index.php/telechargements/send/5-hygiene-et-prophylaxie/112-la-brucellose.html> consulté le 02/ 05 /2020.
15. Bergey, D. H., Holt, J. H., 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9^{eme} edition. Lippincott Williams & Wilkins, 816 p.
16. BODELET, V., 2002. Brucellose et grossesse : Revue de la littérature à propos d'un cas. Thèse en médecine .Faculté de médecine, université Henri Poincaré Nancy 1, 140 p.
17. Bonnes, G., Desclaude, J., 2005. *Reproduction des animaux d'élevage*. 2^{eme} Edition, Educagri Editions, Dijon. 407 p.
18. Boraker, D., Stinebring, W. et Kunkel, J., 1981. BrucELISA: an Enzyme-Antibody Immunoassay for Detection of *Brucella abortus* Antibodies in Milk : Correlation with the *Brucella* Ring Test and with Shedding of Viable Organisms. *Journal of clinical microbiology.*, Vol. 14, 4, pp. 396-403.

19. Bosilkovski, M., 2015. Brucellosis: it is not only Malta!. *In* :Public Health and Rodents: A Game of Cat and Mouse, 1^{er} edition. Sing, A. Dordrecht, pp. 287-315.
20. Bosseray, N., Plommet, M., De Ryck, J., 1982. Evolution de l'infection de la souris par *Brucella abortus*, *brucella melitensis* et *brucella suis* vers l'état chronique et guérison. *Ann. Rech. Vet*, vol. 12, pp. 345-351.
21. Bowden, R., 1996. Temas de Microbiología Veterinaria. In Stanchi, B. Brihuega, P. Martino, E. Gentilini, & E. Reinoso (Eds.), *Sur* (Primera, pp. 159–175). Buenos Aires Argentina. *In* : etude epidemiologique de la brucellose bovine et son impact en sante publique dans le nord-ouest de l'équateur. Ron-Roman, J., 2017. Thèse, 236 p.
22. Branger, A., Roustel, S., 2007. Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques. Educagri Editions, Dijon. 208 p.
23. Brugère-Picoux, J., 2016. Maladie du mouton, 3^{eme} édition. France Agricole, 287p.
24. Carteron, L et Sebert L, 2017. Maladies contagieuses. <http://m.20-bal.com/biolog/20614/index.html> consulté le 14/04/2020.
25. Chakroun M., Bouzouaia N. La brucellose : une zoonose toujours d'actualité.
26. Coetzee, P., Stokstad, M., H Venter, E., Myrmel, M., VanVuuren, M., 2012. Bluetongue: a historical and epidemiological perspective with the emphasis on South Africa. *Virology Journal* 9, 1.
27. Colmenero-Castillo J.D., Cabrera-Franquelo F.P., Hernandez Marquez S., Reguera-Iglesias J.M., Pinedo-Sanchez A. & Castillo-Clavero A.M. Repercusión socioeconómica de la brucelosis humana. *Rev. clín. esp.*, 185 (9), 459-463. 1989. *In* : Epidemiologic surveillance and prevention of brucellosis in ruminants: the example of the north African region and the Near East. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. Benkirane, A., 2002. 20(3), 757-767.
28. Corbel, M.J., 2006. *Brucellosis in human and animals*. WHO/FAO/OIE. World Health organization; WHO Library; WHO press. 89p. <https://www.who.int/csr/resources/publications/Brucellosis.pdf> consulté le 21/03/2020.

29. Crespo, L. F., Roddriguez Ferri, E. F., Martinez, V. E., 2003. Brucellose ovin et caprine. *In* : Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes. Tome2, maladies bactériennes, mycoses, maladies parasitaires. Lefèvre, P. C. Blancou, J., Chemette, R., Lavarosier, Paris, London, New York, pp. 897-904.
30. Dechicha, A.S., GHARBI, I., BAAZIZE-AMMI, D., HEZIL, N. et GUETARNI D., 2019. Agents infectieux impliqués dans les avortements en élevages ovins. 14^{ème} Journées Internationales des Sciences Vétérinaires, ENSV Alger, 16 et 17 novembre 2019.
31. Dechicha as, n. moula, i. gharbi, d. baazize-ammi,k. akloul, d. guetarni (2020). abortions in cattle and sheep herds in algeria, descriptive study and risk factors. agricultura no. 1 - 2 (113-114)/2020.
32. FAO ; OMS, 1986. Comité mixte FAO/OMS d'expert de la brucellose. Sixième rapport. Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 145 p.
33. Fournier, V., 2014. Gestion d'un foyer de brucellose a *brucella melitensis* dans un élevage bovin laitier de Haute-Savoie par les services vétérinaires. Thèse de doctorat en science vétérinaires. Lyon, l'université Claude-Bernard - Lyon I, 108 p.
34. Freycon, P., 2015. Rôle Du Bouquetin Capra Ibex Dans L'épidémiologie De La Brucellose A Brucella Melitensis En Haute Savoie. Thèse : science vétérinaires, Vetagro Sup Campus Vétérinaire De Lyon, Université Claude-Bernard - Lyon I, 187 p.
35. Gabli, Z., GABLI, A.,Zahi, M., 2019. Enquête sérologique sur la brucellose ovine et les pasteurs nomades dans trois wilayas à l'Est de l'Algérie. Pathologies infectieuses animale, Aissi, M., Ababou, A., Lounes, N., ENSV, p. 120.
36. Ganiere, J. P., 2002. La brucellose animale, photocopié des écoles nationales vétérinaires françaises, 71p.
37. Garin-Bastuji, B. 1993a. Le dépistage de la brucellose des ruminants et ses difficultés, le cas des sérologies atypiques en brucellose bovine. *Le point vétérinaire*, Vol. 25, 152, pp. 23-32.
38. Garin-Bastuji, B., 1993b. Brucellose bovine, ovine et caprine : contrôle et prévention. *Le point vétérinaire*, Vol. 25, 152, pp. 15-22.

39. Garin-Bastuji, B., 2003. La brucellose ovine et caprine. Le point vétérinaire. N° 235, 22-26. https://www.researchgate.net/profile/Bruno_GarinBastuji/publication/301184159_PV_03_BROC2/links/570b59cb08ae2eb942202362.pdf consulté le 27/03/2020.
40. Garin-Bastuji, B., Blasco, J., Marin, C. M., Albert, D., 2006. The diagnosis of brucellosis in sheep and goats, old and new tools. *Small ruminant research*, Vol. 62, pp. 63-70.
41. Garin-Bastuji, B., Delcueille, F., 2001. Les brucelloses humaine et animale en France en l'an 2000. Situation épidémiologique-programmes de contrôle et d'éradication. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 31, 202–216.
42. Godfroid, J., Al Mariri, A. B., Walravens, K., & Letesson, J.-J., 2003. Brucellose bovine. In : *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail*. 2^{ème} édition. P. C. Lefèvre, J. Blancou, & R. Chermette, Paris, pp. 869-889.
43. Godfroid, J., Al-Mariri, A., Walravens, K., Letesson, J.J., 2003. Brucellose bovine. In : *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes*. Tome 2, maladies bactériennes, mycoses, maladies parasitaires. Lefèvre, P. C. Blancou, J., Chermette, R., Lavarosier, Paris, London, New York, pp. 867-868.
44. Groux, M., 2011. Etude du risque zoonotique associé au syndrome abortif chez les petits ruminants domestiques. PFE: Médecine vétérinaire. Lyon, l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON 1 (Médecine - Pharmacie), 148 p.
45. Guesmi, K., Mamlouk, A., Kalthoum, S., Cherni, J., 2018. Séroprévalence et facteurs de risque associés aux principales maladies provoquant l'avortement chez les ovins en Tunisie. 9^{ème} Séminaire international de médecine vétérinaire et filière ovine en Algérie et au Maghreb, Institut des sciences vétérinaires El-kharoub – Constantine, 15 et 16 décembre 2018

46. Hubalek, Z., Scholz, H. C., Sedlac, K., Melzer, F., Sanogo, Y.O., Nesvadbova, J., 2007. Brucellosis of the Common Vole (*Microtus arvalis*). VECTOR-BORNE AND ZOONOTIC DISEASES. 7, 679-687.
47. INSP, 2017. La brucellose. *In* : Relevés Epidémiologiques Mensuels de l'Algérie. Vol. XXVIII, p. 22. <http://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/REM%20annuel2017f.pdf> consulté le 17 /05/2020.
48. Kardjadj M. The Epidemiology of Human and Animal Brucellosis in Algeria. J Bacteriol Mycol. 2016 3(2): 1025
49. Khelfallah, M., Sebai, A., 2018. La prévalence des avortementsovins dans la régionM'sila. Thèse de master: production et nutritionaniample. M'sila, Univesrité Mohamed Boudiaf de M'sila. 49 p.
50. Laudat, P., Audurier, A., Choutet, P., De Gialluly, C., Ducroix, J.P., Loulergue, J., 1987. Sérologie de la brucellose : évaluation comparative des réactions d'agglutination, de fixation du complément, d'immuno-fluorescence indirecte et de la contre-immuno-électrophorèse. Médecine et maladies infectieuses, Vol. 2, pp. 58-61.
51. MADR (ministere de l'agriculture et de développement rurale), 2014.
52. MADR (ministere de l'agriculture et de développement rurale), 2017.
53. Mantur, B.G., Amarnath, S.K., Shinde, R.S., 2007. Review of clinical and laboratory features of human brucellosis. PubMed. 25 (3), 188-202.
54. Martinelle, L., Dal Pozzo, F., Kirschvink, N., De La Grandière, M.A., Thiry E., Saegerman, C., 2012. Le virus Schmallerberg ou l'émergence du premier Orthobunyavirus du séro groupe Simbu en Europe. Méd.Vét156, 7- 24.
55. Maurin, M., 2007. *Brucella*. *In* : FRENEY J., RENAUD F., LECLERCQ R., RIEGEL P. *Précis de Bactériologie Clinique*. Éd. ESKA, Paris, : 1377-1385.

56. Maurin, M., Brion J.P., 2009. Brucellose. In : Encyclopédie médico-chirurgicale (EMC), Maladies infectieuses. Éd. Elsevier Masson SAS, Paris, 8-038-A-10.
57. Minas A., 2006. Control and eradication of brucellosis in small ruminants, small ruminants research, 62, p.101-107.
58. Moula, N., 2018. Élevage ovin en Algérie: Analyse de situation. 9^{ème} Séminaire international de médecine vétérinaire et filière ovine en Algérie et au Maghreb, Institut des sciences vétérinaires El-kharoub – Constantine, 15 et 16 décembre 2018.
59. Munoz, P.M., Marín, C. M., Monreal, D., González, D., Garin-Bastuji, B., Díaz, R., Mainar-Jaime, R. C., Moriyón, I., J M Blasco, J.M., 2005. Efficacy of several serological tests and antigens for diagnosis of bovine brucellosis in the presence of False-Positive serological results due to *Yersinia enterocolitica* O:9. Clinical and diagnostic laboratory immunology, pp. 141-151.
60. Nielsen, K. Diagnosis of brucellosis by serology. *Veterinary microbiology*. 2002, Vol. 90, pp. 447-459.
61. OIE, 2008. Brucellose ovine et caprine (Infection à *Brucella ovis* exclue). In: Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres (mammifères, oiseaux et abeilles), Sixième Édition, Volume 2, pp. 1067-1075.
62. OIE, 2008. Brucellose Bovine In : Manuel des tests de diagnostic et des Vaccins pour les animaux terrestres (mammifères, oiseaux et abeilles). 6^{ème} édition, volume 2, Organisation mondiale de la santé animale, Paris, pp. 681-719.
63. OIE, 2005. Brucellose caprine et ovine (excluding *Brucella ovis*). In: code sanitaire pour les animaux terrestres. Quatorzième édition, pp. 207-211.
64. Pappas, G., Akritidis, N., Bosilkovski, M., Tsianos, E., 2005. Brucellosis. the new england journal of medicine. 352, 2325-2336.
65. Plommet, M., Plomeet, A. M., 1988. Brucellose of *Brucella* bacterial growth and decline in mice. Ann Rech Vet, 19, pp 65-67.

66. RADOSTITS OM., GAY CC., BLOOD DC. et HINCHCLIFF KW., 2000. Brucellosis caused by *Brucella abortus*. In: Veterinary medicine – A text book of the diseases of cattle, sheep, goats and horses. 9th ed. W.B Saunders Company, p 867-881.
67. Rahal, k., Dahmani, A., Bennadji, A., 2009. Brucellose des petits ruminants. Stratégie de lutte, dans le contexte algérien. Recueil des Ateliers d'épidémiologie animale 1, 20 p.
68. Samari, H., 2017. La brucellose ovine dans la région Sud-Ouest de Sétif : étude séroépidémiologique et évaluation de deux tests sérologiques (le Rose Bengale et le Wright). Thèse de magister : sciences vétérinaires. Alger, Ecole nationale supérieure vétérinaires.
69. Seleem, M.N., Boyle, S. M., Sriranganathan, N., 2010. Brucellosis : a re-emerging zoonosis. Vet. Microbiol., Zoonoses: Advances and perspectives 140, 392-398.
70. Scholz, H. C., Hubalek, Z., Nesvadbova, J., Tomaso, H., Vergnaud, G., LeFlèche, P., Whatmore, A. M., Al Dahouk, S., Krüger, M., Lodri, C., 2008. Isolation of *Brucella microti* from Soil. Emerging Infectious Diseases. 14(8), 1316–1317.
71. Scholz, H. C., Nockler, K., Gollner, C., Bahn, P., Vergnaud, G., Tomaso, H., Al Dahouk, S., Kampfer, P., Cloeckert, A., Maquart, M., 2010. *Brucella inopinata* sp. nov., isolated from a breast implant infection. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 60, 801–808.
72. Scholz, H. C., Revilla-Fernandez, S., Al Dahouk, S., Hammerl, J.A., Zygmunt, M.S., Cloeckert, A., Koylass, M., Whatmore, M. A., Blom, J., Vergnaud, G. *et al.* , 2016. *Brucella vulpis* sp. nov., isolated from mandibular lymph nodes of red foxes (*Vulpes vulpes*). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 66, 2090–2098.
73. Sidhoum, N., 2019. Enquête épidémiologique de la brucellose animale et humaine. Cas de la Wilaya de Mostaganem. Thèse de doctorat: Microbiologie. Mostaganem, Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem, 169 p.
74. Smith, M. C., Sherman, D. M., 2009. Reproductive system *in* : Goat Medicine. Wiley-Blackwell, P, 511-645.

75. WAHID OIE 2020: WAHIS Interface Information zoosanitaire .www.oie.int ›
Diseasedistributionmap › index › newlang.
76. Whatmore, M. A., Davison, N., Cloeckert, A., Al Dahouk, S., Michel S. Zygmunt, M. S., Brew, S. D., Perrett, L. L., Koylass, M. S., Vergnaud, G., C. et al., 2014. *Brucella papionis* sp. nov., isolated from baboons (*Papio* spp.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 64, 4120–4128.

Annexe

Annexe 1

Questionnaire pour les services vétérinaires

➤ **Les effectifs ovins et leur localisation dans la région.**

- 1- Quel est le nombre d'élevages ovins dans la daïra de Berrouaghia ?
- 2- Quel est le nombre d'élevages ovins par commune ?
- 3- Quel est l'effectif en têtes ovines/ Nombre moyen de sujet par élevage.
- 4- Taille des plus grands effectifs : têtes
- 5- Taille des plus petits effectifs :têtes

➤ **La prévalence de la brucellose au niveau de la région de Berrouaghia.**

- 6- Quelle est la séroprévalence de la brucellose ovine dans la région de Berrouaghia ?
- 7- Avez-vous d'anciennes statistiques sur la brucellose ovine, caprine et bovine ?

➤ **L'application de la vaccination dans ces élevages.**

- 8- A partir de quelle année a débuté la vaccination dans la région de Berrouaghia ?
- 9- Quelles sont les espèces concernées par la vaccination ?
- 10- Quel est le rythme des campagnes de vaccination ?
- 11- Y a-t-il des éleveurs qui refusent la vaccination anti-brucellique ?
- 12- Quel est le protocole vaccinal ?
 - Age des sujets vaccinés.
 - Sexe.
 - Voie de vaccination.

Annexe 2

Questionnaire Brucellose élevages ovins

❖ Identification de l'élevage:

Nom de l'éleveur:

Expérience en élevage :.....années

Commune:

Adresse:.....

❖ Caractéristiques de l'élevage:

1. Effectif	Femelles	Femelles mises à la reproduction (gestantes)	Mâles	Agneaux <1an
2. Races présentes				
3. Localisation de la ferme	Urbaine	Rurale		
4. Type de logement	Etable bâti	Superficie :..... m ²	Zriba	
5. La ferme est clôturée	complètement		partiellement	
6. Présence d'une aire d'exercice devant l'étable	Oui (extensive)		Non (intensive les	
7. Hygiène de l'élevage	Très sale	Moyenne	Bonne	

Situation des avortements dans l'élevage et conduite de l'éleveur

8. Avez- vous un box d'agnelage	Oui		Non
9. La majorité des agnelages ont lieu à	L'intérieur de l'étable	Dans l'aire d'exercice	Au pâturage
10. Avez-vous eu des avortements au courant de cette année	Oui		Non
11. Est-ce que vous isolez les femelles qui ont avorté	Oui		Non
12. Conduite face à l'endroit d'agnelage ou d'avortement	Lavage à l'eau seulement	Désinfection (quel produit)	Aucune mesure
13. Conduite face au matériel d'agnelage (cordes, lacs...)	Lavage à l'eau seulement	Désinfection (quel produit)	Aucune mesure
14. Les avortons sont	Jetés dans la nature	Enterrés	

Etat sanitaire associé à la brucellose

15. Avez-vous des infertilités chez les femelles	Oui	Non
16. Avez-vous des infertilités chez les mâles	Oui	Non
17. Avez-vous eu des agneaux mort-nés	Oui	Non
18. Avez-vous eu des agneaux qui meurent dans les 48h	Oui	Non
19. Avez-vous observé des malformations	Oui	Non

Annexe 3 : Matériel**➤ Matériel de prélèvements sanguins (Fig. 1)**

- Tubes sec de 5ml sous vide
- Aiguilles et porte-aiguille
- Portoirs
- Solution désinfectante
- Paire de gants
- Glacière avec pain de glace

**Figure 1 : Matériel de prélèvement****➤ Matériel pour récolte de sérums et sérologie (Fig. 2)**

- Tube Eppendorf étiquetés
- Embouts à usage unique
- Pipettes Pasteur
- Micropipettes
- Portoirs
- Verrerie
- Centrifugeuse
- Congélateur.

**Figure 2 : Matériel pour récolte de sérum et sérologie**

Annexe 3 (Suite)**➤ Matériel et réactifs pour la sérologie**

- Plaque blanche en plastique
- Micropipette
- Embout en plastique à usage unique
- Baguettes en plastique (fournies avec le réactif)
- Minuterie
- Réactifs : (Fig. 3)
 - Antigène coloré au Rose Bengale (SPINREACT®)
 - Sérum à examiner
 - Sérum de contrôle témoins positif et négatif (fournis avec le réactif).



Figure 3 : Réactif pour l'épreuve à l'antigène tamponné