

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**

**La séroprévalence de la Brucellose bovine dans la wilaya  
de Blida**

Présenté par : M<sup>lle</sup> ABDESSEMED Narimane

M<sup>lle</sup> ALLAG Rahma

**Soutenu le 21 /09 /2020**

**Devant le Jury :**

Mr. BESSAAD A.	MCA	Président	U. Blida 1
Mme. BENMANSOUR N.	MCB	Examineur	U. Blida 1
Mme. BAAZIZE-AMMI D.	MCA	Promoteur	U. Blida 1
Mme. DECHICHA A.	MCB	Co-promoteur	U. Blida 1

## REMERCIEMENTS

### *A Mme. BAAZIZE-AMMI Djamila.*

Nos remerciements particulier à notre professeur Ammi, merci pour votre confiance, soutien et surtout patience, merci pour vos conseils qui nous ont prodigués tout au long de ce parcours de notre parcours, ainsi à l'autonomie que vous nous avez laissé ; qui nous a permis de réaliser cette thèse dans des conditions intellectuelles favorables au questionnement et à l'approfondissement de la pensée. Travailler avec vous est une expérience passionnante, Mme Ammi nous vous estimons pour votre honnêteté et humanisme, espérons encore relever de nombreux autre défis avec vous dans les prochaines années.

### *A Mme. DECHICHA Amina*

Nous tenons à exprimer nos plus profonds respects et gratitude à notre Co-promotrice, pour son aide précieux afin de réaliser ce travail, pour son soutien, aide et précieux conseils et surtout pour son bon sens d'orientation et de guide. Nous ne trouvons pas suffisamment de mots pour exprimer notre reconnaissance à l'égard du Professeur Dechicha

Nous remercions vivement **Mme Benslama Fella**, du DSA de Blida, grâce à qui nous avons pu y procéder notre travail sur le terrain.

Nous remercions particulièrement **DR. AWLA** le vétérinaire de l'APC de Bouarfa et **DR. SIDALI** le vétérinaire de l'APC de Bouinan, de Blida, pour nous avoir facilité l'accès aux élevages et nous avoir orientés une fois sur terrain.

A Monsieur **BESSAD A.** et Madame **BENMANSOUR N.**

Qui nous ont fait l'honneur d'accepter de présider et de juger ce travail. Qu'ils reçoivent ici l'expression de nos sincères remerciements.

## DEDICACES

**ALLAG Rahma**

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce travail à ceux qui,  
quels que soient les termes embrasses.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et  
tout mon respect : mon cher PERE*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a épargné aucun  
effort pour me rendre heureuse : mon adorable MERE.*

*A mes chères sœurs FATIMA, AMEL, DOUAA et KHADIDJA, et mon frère  
MOHAMMED, qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et  
soutenir tout au long de mes études.*

*A mes amis (mes sœurs) KAMI, KOKI, HADJER, BASSEMA, NADJET,  
ROEYA, ROUFEIDA, RYMA, IKRAM, BOUCHRA, YASMINE*

*A mon binôme NARIMANE pour son soutien moral, sa patience et sa  
compréhension tout au long de ce projet.*

**ABDESSEMED Narimane**

*Je dédie ce travail à ma précieuse maman, à mon papa pour son existence. A mon frère et à ma sœur qui n'ont jamais perdu espoir en moi, qui ont toujours été là à mes côtés pendant tout le long chemin de mes études.*

*A mes très chers amis, Bouchra, Hind, Roumaissa, Housseem, Safaa, Yasmine, Zahra, Roufeida et Sabrina.*

*A M. Labyad Abderezak, à qui je serai toujours reconnaissante.*

*Et une très spéciale dédicace à mon binôme et précieuse amie Rahma*

*Et tous ceux qui m'ont aidé, ou pas, de près ou de loin.*

## RESUME

La brucellose demeure d'actualité dans de nombreuses régions du monde et pose un double problème sanitaire et économique.

L'objectif de cette étude est la mise au point sur la situation épidémiologique au niveau de la wilaya de Blida par l'étude de la prévalence du portage du cheptel bovin laitier.

L'étude a été menée sur 11 élevages, dont 124 vaches ont été prélevées. Les sérums collectés ont été diagnostiqués par l'épreuve de l'antigène tamponné au moyen du rose Bengal. Des questionnaires ont été adressés aux éleveurs afin de déterminer certaines caractéristiques et conduites de l'élevage.

Le traitement des questionnaires a fait ressortir que 72% des élevages avaient un effectif entre 10-20 têtes. Il y'a la présence d'autres espèces généralement chiens et chats dans 64% des élevages. Le mode de reproduction est à 73% naturel. Généralement les placentas sont jetés et les avortons aussi. Les femelles avortées ne sont pas isolées. 55% des élevages non pas eu d'avortement durant les trois dernières années et 27% ont déclaré un avortement isolé unique.

Les résultats du diagnostic sérologique ont montré un taux de séropositivité individuelle de 27% et la totalité des élevages (11) visités ont eu au moins une vache séropositive. Les vaches les plus âgées sont les plus touchées, les femelles non gestantes sont à 76% séropositives. 93% des vaches diagnostiquées positives ont été déclarées comme n'ayant aucun antécédent d'avortement.

A partir de ces résultats on constate que malgré tous les efforts déployés la maladie existe toujours.

Mots clés : Bovin laitier, Brucellose, sérologie, Epidémiologie.

## **ABSTRACT**

Brucellosis remains relevant in many parts of the world and poses a dual health and economic problem.

The objective of this study is to focus on the epidemiological situation in the wilaya of Blida by studying the prevalence of carriage of dairy cattle.

The study was carried out on 11 farms where 124 cows were collected. The collected sera were diagnosed by the antigen buffered test using rose Bengal . Questionnaires were sent to breeders in order to determine certain characteristics and behavior of the breeding.

The processing of the questionnaires revealed that 72% of the farms had a number of between 10-20 heads. There is the presence of other species generally dogs and cats in 64% of the herds. The mode of reproduction is 73% natural. Usually the placentas are thrown away and so are the abortions. Aborted females are not isolated. 55% of herds did not have an abortion in the past three years and 27% reported a single isolated abortion.

The results of the serological diagnosis showed an individual seropositivity rate of 27% and all the farms (11) visited had at least one seropositive cow. The oldest cows are the most affected, 76% of non-pregnant females are seropositive. 93% of cows diagnosed positive were reported to have no history of abortion.

From these results it can be seen that despite all the efforts made the disease still exists.

Keywords: Dairy cattle, Brucellosis, serology, Epidemiology.

## نبذة مختصرة

لا يزال داء البروسيلات مهمًا في أجزاء كثيرة من العالم ويشكل مشكلة صحية واقتصادية مزدوجة. الهدف من هذه الدراسة هو التركيز على الوضع الوبائي في ولاية البليدة من خلال دراسة مدى انتشار الحمل عند الأبقار الحلوب.

أجريت الدراسة على 11 مزرعة حيث تم جمع عينات دم من 124 بقرة، تم تشخيص الأمصال التي تم جمعها عن طريق اختبار مخزون المستضد البنغال الوردية، باستخدام الاستبيانات التي تم إرسالها إلى المربين لتحديد خصائص وسلوك التكاثر.

وكشفت معالجة الاستبيانات أن 72% من المزارع يتراوح عددها بين 10-20 رأساً. كما توجد أنواع أخرى، بشكل عام الكلاب والقطط، في 64% من القطعان. طريقة التكاثر الطبيعية بنسبة 73%. عادة ما يتم التخلص من المشيمة وكذلك محصول الإجهاض. لا يتم عزل الإناث المجهضات. 55% من القطعان لم يجهضوا في السنوات الثلاث الماضية و 27% قاموا بإجهاض منفرد.

أظهرت نتائج التشخيص المصلي أن المعدل الإيجابي للمصل الفردي قدره 27% وجميع المزارع التي تمت زيارتها (11) كان بها بقرة واحدة إيجابية مصلية على الأقل. الأبقار الأقدم هي الأكثر تضرراً، 76% من الإناث غير الحوامل مصابات. تم الإبلاغ عن 93% من الأبقار التي تم تشخيصها إيجابية ليس لها تاريخ للإجهاض.

من هذه النتائج يمكن ملاحظة أنه على الرغم من كل الجهود المبذولة ، لا يزال المرض موجوداً.

الكلمات المفتاحية: الأبقار الحلوب ، الحمى المالطية ، الأمصال ، علم الأوبئة

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01</b>	Espèces de <i>Brucella</i> et leurs hôtes de préférence	<b>04</b>
<b>Tableau 02</b>	Liste des échantillons	<b>18</b>
<b>Tableau 03</b>	Recueil des données des caractéristiques des élevages	<b>24</b>
<b>Tableau 04</b>	Recueil des données de la pratique et conduite d'élevage	<b>25</b>
<b>Tableau 05</b>	Recueil des données de la situation des avortements dans les élevages	<b>26</b>
<b>Tableau 06</b>	Séroprévalence selon les critères individuels	<b>27</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01</b>	Mécanisme du pouvoir pathogène de <i>Brucella</i>	<b>05</b>
<b>Figure 02</b>	Placentite nécrosante : utérus en coupe, contenant un exsudat nécrotique fibrineux multifocal à la surface caronculaire (flèche noire), associé à une hémorragie multifocale (flèche bleue)	<b>09</b>
<b>Figure 03</b>	Avortons d'une vache atteinte de brucellose	<b>10</b>
<b>Figure 04</b>	Glande mammaire de vache infectée expérimentalement par <i>Brucella abortus</i> : inflammation interstitielle focale de lymphocytes, de macrophages et de neutrophiles dans la lumière des acini (coloration par l'hématoxine et l'éosine : (50x)bar=100 µm)	<b>10</b>
<b>Figure 05</b>	Carte thermique du nombre de foyers de brucellose ( <i>B. abortus</i> , <i>B. melitensis</i> et <i>B. suis</i> ) chez le bétail, telle que signalée à WAHIS (World Animal Health Information Database) pour la dernière année complète de données, 2014. L'espace blanc n'indique aucune donnée. L'espace gris indique zéro foyer signalé	<b>11</b>
<b>Figure 06</b>	Culture de <i>Brucella</i>	<b>14</b>
<b>Figure 07</b>	Réaction à l'antigène au rose de Bengal	<b>15</b>
<b>Figure 08</b>	Matériels utilisés dans le laboratoire	<b>19</b>
<b>Figure 09</b>	Kit pour l'épreuve EAT (SPINREACT®)	<b>20</b>
<b>Figure 10</b>	Prélèvement sanguin de la veine coccygienne chez une vache laitière (Holstein)	<b>21</b>
<b>Figure 11</b>	Traitement des prélèvements (décollement et pipetage)	<b>21</b>
<b>Figure 12</b>	Etapes de l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) (Rose Bengal)	<b>22</b>
<b>Figure 13</b>	Lecture de la réaction à EAT	<b>23</b>
<b>Figure 14</b>	Séroprévalence individuelle	<b>26</b>
<b>Figure 15</b>	Séropositivité selon l'âge	<b>27</b>
<b>Figure 16</b>	Séropositivité selon le statut de reproduction	<b>28</b>
<b>Figure 17</b>	Séropositivité selon les cas d'avortements antérieurs	<b>28</b>
<b>Figure 18</b>	Séroprévalence des élevages	<b>29</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

**INSP** : Institut national de la santé publique

**OIE** : Office International des Épizooties

**LPS** : Lipopolysaccharide

**Ig** : Immunoglobuline

**Ac** : Anticorps

**SPP** : Species

*B* : *Brucella*

**PCR** : Polymerase Chain Reaction

**ADN** : Acide désoxyribonucléique

**RB** : Rose Bengal

**EAT** : Epreuve à l'Antigène Tamponné

**RSFP** : Réaction sérologique faussement positives

**CFT** : Test de fixation du complément

**ELISA** : Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique

**ESA** : Plateforme epidémiosurveillance santé animale

**BVD** : Border disease virus

**VL** : Vaches laitières

**OMS** : organisation mondiale de la santé

**IA** : Insémination artificielle

## TABLE DES MATIERES

Remerciements	P.
Résumés	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction	01
I.    GENERALITES :	02
1. ETIOLOGIE ET PATHOGENICITE	
1.1. Historique	02
1.2. Définition	02
1.3. Synonyme	02
1.4. Etude de la bactérie	03
1.4.1. Taxonomie	03
1.4.2. Différents pouvoirs	05
1.5. Pathogénie de la Brucellose bovine	07
1.6. Symptômes	07
1.7. Lésions	08
2. EPIDEMIOLOGIE	10
2.1. Répartition géographique	11
2.2. Source de contamination	12
2.3. Mode de transmission	12
2.3.1. Transmission verticale	12
2.3.2. Transmission horizontale	12
2.4. Voie de pénétration	12
3. DIAGNOSTIC ET PROPHYLAXIE	13
3.1. Diagnostics	
3.1.1. Diagnostic epidémio-clinique	13
3.1.2. Diagnostic de laboratoire	13
3.1.2.1. Diagnostic direct	13
3.1.2.2. Diagnostic sérologique	14
3.1.3. Diagnostic allergique	16
3.1.4. Diagnostic différentiel	16
3.2. PROPHYLAXIE	17
3.2.1. Prophylaxie sanitaire	17
3.2.2. Prophylaxie médicale	17
II.    PARTIE EXPERIMENTALE	18
1. Matériel et Méthodes	18
1.1. Matériel	18
1.2. Méthodes	20
2. Résultats	24
2.1. Enquête épidémiologique	24
2.2. Diagnostic sérologique	26
3. Discussion	30
CONCLUSION	33
RECOMMANDATIONS	34

Références  
Annexes

## INTRODUCTION

La brucellose est une zoonose majeure étudiée et connue par tous les vétérinaires. C'est un véritable problème de santé publique dans le monde et dans toute l'Afrique. Maladie intimement liée aux animaux domestiques, elle est aussi une maladie professionnelle. Il y a donc un lien direct entre la prévalence de la maladie chez l'animal et chez l'homme qui le manipule.

Les modes de contamination de l'homme sont multiples. Le mode le plus courant est le contact d'un animal malade. Les matières virulentes sont avant tout les produits de l'avortement et de la mise bas (fœtus, placenta, lochies), le lait, les urines, les selles et divers viscères sont également infectants (Hamburger, 1981)

Plusieurs foyers ont été identifiés dans les pays du bassin méditerranéen, au Moyen Orient, en Amérique latine, en Asie et dans de nombreux pays de l'Afrique (Olsen et Tatum, 2010). Dans ces régions, cette pathologie est négligée et continue à sévir de façon endémique, avec une forte variabilité (Boukary *et al.*, 2013 ; Barkalla *et al.*, 2014 ; Lucchese *et al.*, 2016).

A ce jour la brucellose demeure un risque majeur pour la santé publique et suscite une préoccupation toujours plus importante dans de nombreux pays (Corbel, 2006).

Actuellement en Algérie, aucune région du pays n'est épargnée par cette affection qui ne cesse de se propager et de sévir de manière enzootique dans les différentes populations animales (bovine, ovine, caprine et cameline) avec parfois des flambées épidémiques dans plusieurs régions (INSP, 2017).

La présente étude s'intéresse à cette zoonose afin de faire le point sur la situation épidémiologique au niveau de la wilaya de Blida par l'étude de la prévalence du portage du cheptel bovin laitier.

# I. GENERALITES

## 1. ETIOLOGIE ET PATHOGENICITE

### 1.1. Historique

La brucellose a été découverte pour la première fois en 1850, à Malte par les médecins militaires britanniques, sous le nom de fièvre méditerranéenne. En 1887, le microbiologiste «David Bruce» a isolé la bactérie responsable de la maladie à partir de la rate d'un soldat décédé en montrant la relation entre un micro-organisme appelé *Micrococcus melitensis* et la maladie. En 1897, Wright a démontré la présence d'anticorps agglutinants dans le sérum des malades, c'est le premier test diagnostique sérologique qui porte son nom : réaction d'agglutination de Wright. Zammit (1905) a mis en évidence la présence de la maladie chez les chèvres à Malte qui ont été toutes positives au test de Wright. En 1929, Huddleson a développé des méthodes bactériologiques permettant de distinguer les espèces *Brucella melitensis*, *Brucella abortus* et *Brucella suis*. En 1957, Elberg et Faunce ont développé la première souche vaccinale vivante atténuée, *B. melitensis*. (Dedet, 2007), En Algérie, Cochez a fait les premières descriptions de la maladie durant l'année 1895. En 1899, la maladie fut reconnue par Brault, d'après les symptômes cliniques, puis démontrée bactériologiquement pour la première fois par Gillot. Ainsi, elle fut révélée en premier chez l'homme; suite à ces observations, Sergent et collaborateurs ont fait des recherches en 1907, sur des élevages caprins à Alger et Oran. Ces études révélèrent l'infection des caprins mais aussi des autres animaux domestiques. Le gouverneur général de l'Algérie, à l'issue de ces travaux, pris un arrêté interdisant l'importation de caprins. (Khettab *et al.*, 2010).

### 1.2. Définition

La brucellose est une maladie infectieuse, contagieuse commune à l'homme et à de nombreuses espèces animales, due à des bactéries du genre *Brucella*. Elle est réputée contagieuse et classée sur la liste unique des maladies animales graves et à déclaration obligatoire de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE, 2009).

La brucellose bovine est une maladie des animaux matures. Elle touche les bovins ainsi que d'autres ruminants domestiques ou sauvages et sa clinique est caractérisée par des troubles de la reproduction. Elle est due le plus souvent à *Brucella abortus*, néanmoins, *Brucella melitensis* et *Brucella suis* peuvent également en être la cause (Acha et Szyfres, 2005).

### 1.3. Synonymie

Au fil des années, la brucellose humaine a acquis plusieurs synonymes. Chez les animaux, elle est connue comme maladie de Bang, avortement contagieux et avortement épizootique. Ces expressions font référence, tantôt aux signes cliniques de la maladie, tantôt à sa localisation géographique (Bounaadja, 2010).

## 1.4. Etude de la bactérie

### 1.4.1. Taxonomie

Actuellement, 12 espèces sont reconnues :

- Six espèces «classiques» : *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Brucella suis*, *Brucella ovis*, *Brucella canis*, *Brucella neotomae*,
- Les espèces découvertes plus récemment : *Brucella microti*, *Brucella ceti*, *Brucella pinnipedialis*, *Brucella inopinata*, *Brucella vulpis*, *Brucella papionis*. (Foster et al.,2007; Scholz et al.,2008; Scholz et al.,2010; Whatmore et al.,2014 ;Scholzet al.,2016)

Le nom d'espèce est lié à l'espèce animale à partir de laquelle la bactérie a été isolée la première fois. Cela correspond parfois à son hôte préférentiel, c'est à dire l'espèce chez qui elle est majoritairement isolée (Cf. Tableau 1).

**Tableau 1** : Espèces de *Brucella* et leurs hôtes de préférence (Garin-Bastuji *et al.*, 2014 ;OIE, 2016)

Espèce de <i>Brucella</i>	Espèce animale majoritaire(*hôte préférentiel)	Pathogénicité pour l'Homme
<b><i>Brucella abortus</i></b> <b>biovar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9</b>	Bovin domestique* ( <i>Bostaurus</i> ), buffle*( <i>Bubalus bubalis</i> ), bison* ( <i>Bison</i> spp.), yak ( <i>Bos grunniens</i> ), élan ( <i>Cervus canadensis</i> ), chameau( <i>Camelus</i> spp.)	Modérée
<b><i>Brucella melitensis</i></b> <b>biovar 1, 2, 3</b>	Ovin* ( <i>Ovis</i> spp.) et caprin* ( <i>Capra</i> spp.), bovin, chamois ( <i>Rupicapra rupicapra</i> ), bouquetins ( <i>Capra</i> <i>ibex</i> ), chameau	Forte
<b><i>Brucella suis</i></b> <b>biovar 1, 2, 3, 4, 5</b>	Biovar 1 et 3 : porc domestique* ( <i>Sus</i> <i>scrofa</i> domesticus) et sauvage* ( <i>Sus scrofa</i> ). Biovar 2 : sanglier* ( <i>Sus scrofa</i> ), lièvre* ( <i>L.</i> <i>europaeus</i> ) Biovar 4 : caribou* et renne* ( <i>Rangifer tarandus</i> ) Biovar 5 : rongeurs sauvages*	Biovar 1, 3, 5 : forte Biovar 2 : très faible Biovar 4 : modérée
<b><i>Brucella ovis</i></b> Ovin*,	Ovin*,	Nulle
<b><i>Brucella canis</i></b>	Chien* ( <i>Canis lupus familiaris</i> )	Faible
<b><i>Brucella neotomae</i></b>	Rat du désert ( <i>Neotoma lepida</i> )	Inconnue
<b><i>Brucella microti</i></b>	Campagnol ( <i>Microtus arvalis</i> )	Inconnue
<b><i>Brucella ceti</i>,</b> <b><i>Brucella.</i></b> <b><i>pinnipedialis</i></b>	Cétacés* et pinnipèdes* resp.	Faible
<b><i>Brucella vulpis</i></b>	Renard roux ( <i>Vulpes vulpes</i> )	Inconnue
<b><i>Brucella papionis</i></b>	Babouin ( <i>Papio</i> spp.)	Inconnue
<b><i>Brucella inopinata</i></b>	Humain, grenouilles	Inconnue

Toutes les brucelles ont un ou plusieurs réservoirs animaux préférentiels (tous mammifères) qui entretiennent leur cycle de transmission. Chacune des espèces est caractérisée par un nombre limité de réservoirs habituels; elles ne sont cependant pas totalement spécifiques de leur réservoir. Certaines peuvent infecter une autre espèce de mammifère ou l'homme (Corbel, 1997 ; Poester *et al.*, 2002).

### 1.4.1. Différents pouvoirs

#### a. Pouvoir pathogène

*Brucella spp.* est un pathogène intracellulaire facultatif. L'infection de l'hôte par *Brucella spp.* se déroule en deux étapes au minimum. L'infection initiale voit le nombre de germes augmenter, puis l'étape latente se caractérise par leur survie intracellulaire (Hallinget Boyle, 2002).

Après avoir pénétré l'organisme au niveau d'une des voies d'entrée possibles, les bactéries sont phagocytées (Figure 1) et véhiculées par voie lymphatique jusqu'aux ganglions régionaux (le plus souvent, rétro-mammaires et sous-maxillaires). Elles sont ensuite distribuées vers les différents organes suite à une bactériémie (Mellado, 1996). Ces bactéries sont phagocytées par les macrophages, mais une fois à l'intérieur des cellules, elles restent pendant plusieurs heures dans des endosomes formés lors de la phase G1 du cycle cellulaire (en fonction du type de cellule-hôte); il s'agit du premier stade de l'infection (De Bolle et al., 2015).

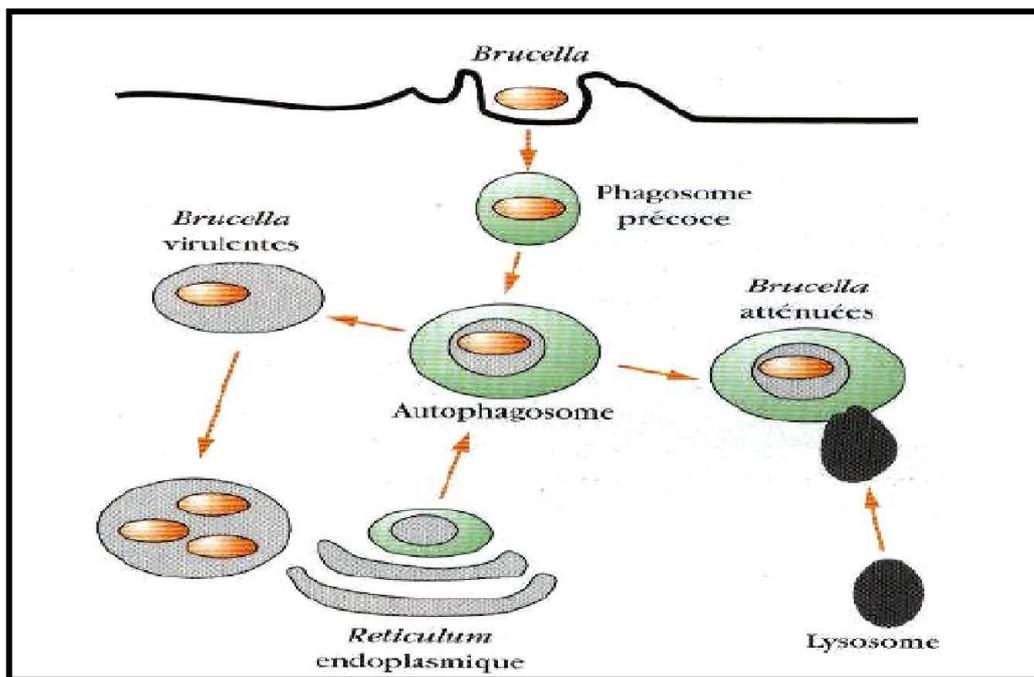


Figure1 : Mécanisme du pouvoir pathogène de *Brucella* (Lefèvre et al.,2003).

#### b. Pouvoir antigène

Les caractéristiques antigéniques sont communes entre *B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*. Toutes donnent des colonies de type smooth. Le LPS de la membrane externe est responsable du développement des anticorps détectés chez l'hôte par agglutination, fixation du complément ou ELISA. Les réactions croisées avec le LPS d'autres bactéries, *Yersinia enterocolitica* en particulier, sont à l'origine de difficultés du dépistage sérologique. Des antigènes protéiques

cytoplasmiques, spécifiques du genre *Brucella*, sont utilisés dans le diagnostic allergique. (Anonyme, 2019).

### **c. Pouvoir immunogène**

- **Réponse immunitaire de type humoral**

La réponse humorale est caractérisée par une augmentation initiale d'immunoglobulines (Ig) de type M (IgM), suivie d'une augmentation des titres en immunoglobulines G (IgG). Cette augmentation se produit dans les 7 à 14 jours suivant l'infection. Dès cet instant, une augmentation des deux types d'Ig peut être observée (MacMillan, 1990). Chez les bovins, l'infection chronique est caractérisée par une synthèse prolongée d'IgG et des concentrations faibles en IgM (Alton et *al.*, 1988; Bowden, 1996).

Les concentrations en anticorps (Ac) de type IgG2 varient d'un bovin à l'autre, alors que celles en IgG1 restent généralement faibles, suite au passage des Ig sériques dans le colostrum. Les IgG1, IgM et IgA se retrouvent dans le lait des animaux infectés (Bowden, 1996). Les Ac sont principalement dirigés contre la chaîne du LPS de *Brucella abortus*, qui joue ainsi le rôle d'Ag. Les Ac induisent la lyse bactérienne par la voie classique d'activation du complément, ainsi que par phagocytose. Une réaction légèrement retardée est également développée contre les protéines de la membrane externe. Chez les bovins pubères, les Ac sont détectables dès 30 jours et jusqu'à 3-6 mois après l'infection, parfois même durant toute la vie de l'animal.

- **Réponse immunitaire de type cellulaire**

Le contrôle de l'infection est assuré par les cellules T spécifiques, qui, grâce à la sécrétion de lymphokines, activent les mécanismes bactéricides des macrophages. En même temps que l'immunité cellulaire, une hypersensibilité retardée dirigée contre des antigènes (Ag) protéiques de *Brucella* spp est déclenchée.

### 1.5. Pathogénie de la Brucellose bovine

Les *Brucella* pénètrent dans l'organisme par la muqueuse orale, le naso-pharynx, les conjonctives et la voie génitale, mais également par des lésions cutanées ; le franchissement de cette première barrière provoque une réaction inflammatoire chez l'hôte. L'infection s'étend ensuite aux nœuds lymphatiques locaux par voie lymphatique, les bactéries vont persister durant une longue période dans les nœuds lymphatiques drainant le site d'inoculation. Si la bactérie n'est pas éliminée à cette étape, elle se propage par le sang et atteint les différents tissus (tissus lymphoïdes, organes génitaux, tissu nerveux,...) (Godfroid et *al.*, 2003).

La croissance de *Brucella abortus* est stimulée par l'érythritol qui est produit dans l'utérus des gestantes (grandes concentrations dans le placenta et les eaux fœtales) ce qui explique la localisation de l'infection dans ces tissus (Godfroid et *al.*, 2003).

### 1.6. Symptômes

La brucellose bovine est généralement une maladie des animaux sexuellement matures qui sévit souvent sous forme enzootique, voire épizootique au cours des épisodes aigües (Garin-Bastuji et Millemann, 2008).

Les bovins infectés présentent les symptômes suivants :

#### A. Chez la femelle

- L'avortement est la manifestation la plus évidente. Il se produit à n'importe quel stade de la gestation, mais plus habituellement vers le 6<sup>ème</sup> ou 7<sup>ème</sup> mois. Généralement, la femelle rejette le fœtus sans difficultés, en l'absence de dystocie. Les eaux fœtales apparaissent troubles, parfois jaunâtres ou ocracées. Cette coloration est causée par le méconium expulsé in utero par le fœtus souffrant d'anoxie. Si l'avortement survient avant le 6<sup>ème</sup> mois, l'avorton est toujours mort, parfois momifié. Au-delà, si le fœtus est vivant, il ne peut survivre que quelques heures. Toutefois, si la mise bas est prématurée (quelques jours avant le terme), le nouveau-né peut succomber dans les 24 à 48 heures du fait des lésions nerveuses secondaires à une hypoxie (Garin-Bastuji et Millemann, 2008).

L'état général n'est pas détérioré en cas d'avortement sans complication ; Lorsque l'avortement est très précoce, il n'y a pratiquement pas de différence avec les accidents de non fécondité et un retard de l'œstrus est observé. L'infection peut également provoquer la mise-bas de veaux mort-nés ou faibles.

- La rétention placentaire : une placentite est à l'origine de l'avortement ou de non délivrance (Acha et Szyfers, 2005). L'inflammation entraîne la non délivrance qui est fréquente en raison de la solidité des adhérences fibreuses utéro-choriales et de la fragilité des enveloppes. La rétention placentaire peut être observée, même en l'absence d'avortement (Neta *et al.*, 2010 ; Roop *et al.*, 2009).
- Une mammite : la brucellose entraîne également, une inflammation mammaire qui donne lieu à des troubles purement fonctionnels, liés à une inflammation des alvéoles et du tissu conjonctif inter-alvéolaire. Ainsi, la glande mammaire infectée est cliniquement normale, mais constitue une importante source de réinfection de la matrice, du nouveau-né animal, absorbant son lait. Cette situation de la mamelle a pour effet, une réduction de la production lactée (d'environ 10%) et l'apparition de mammites brucelliques, qui lorsqu'elles se déclarent, touchent beaucoup d'animaux (Neta *et al.*, 2010).

## **B. Chez le taureau**

- Une orchite chronique ;
- Parfois un testicule peut s'atrophier par suite d'adhérences et de fibrose ;
- Des abcès testiculaires peuvent apparaître ;
- Une vaginalite séreuse (hydrocèle) ;
- Diminution de la libido et infécondité ;
- Des arthrites et des hygromas (Acha et Szyfers, 2005).

## **C. Chez le veau**

- Mort intra-utérine (avortons) ;
- Veaux mort-nés à terme ;
- Veaux apparemment sains mais porteurs de germes à vie ;
- Veaux vivants et malades dès la naissance. La maladie se manifeste par de la septicémie, de l'entérite ou de la pneumonie (Acha et Szyfers, 2005).

### **1.7. Lésions**

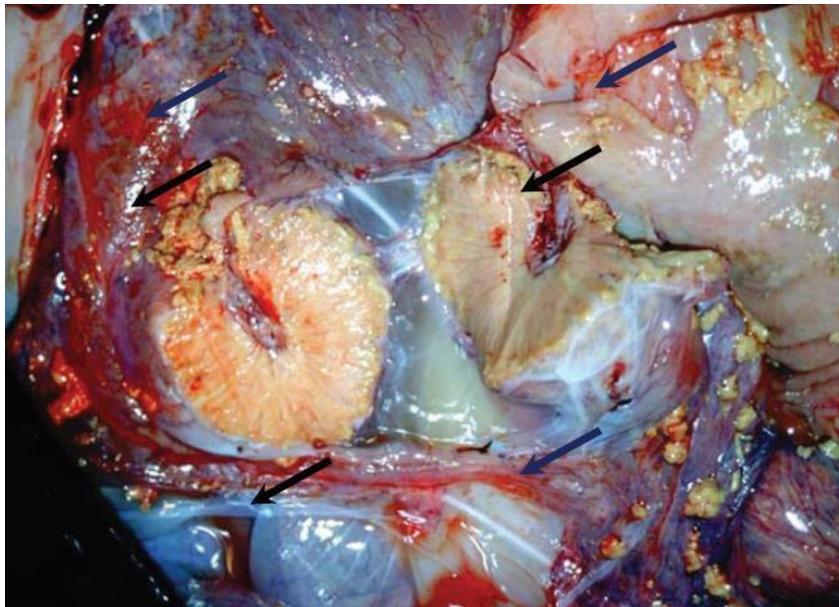
Les lésions ne sont pas caractéristiques et les plus délabrantes de la brucellose sont réservées à l'utérus gravide de la vache.

- **Utérus**

Les premières lésions siègent dans le tissu interstitiel entourant les glandes utérines ; elles consistent en une accumulation de lymphocytes, de macrophages et de neutrophiles. L'inflammation gagne les glandes utérines et un exsudat est rejeté dans les espaces intercaronculaires de la lumière utérine, le processus continue lentement, par infiltration de l'exsudat autour de la périphérie du placenta. Le placenta et le tissu conjonctif de l'allanto-chorion sont envahis.

- **Placenta**

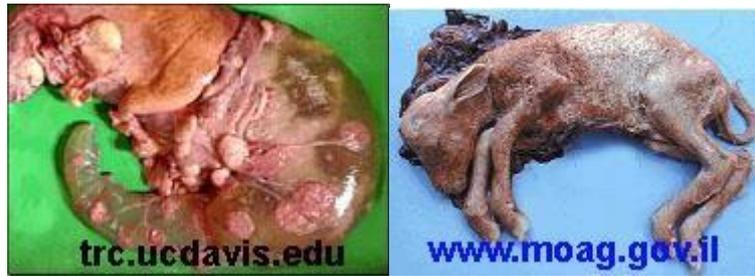
Le chorion est tantôt épais, tantôt fragilisé, souvent œdémateux avec sur la face externe un exsudat grumeleux jaunâtre ; les cotylédons ont des villosités épaisses blanchâtres (Acha et Szyfers, 2005) (Figure 2).



**Figure 2** : Placentite nécrosante: utérus en coupe, contenant un exsudat nécrotique fibrineux multifocal à la surface caronculaire (flèche noire), associé à une hémorragie multifocale (flèche bleue) (Neta *et al.*,2010).

- **Avorton**

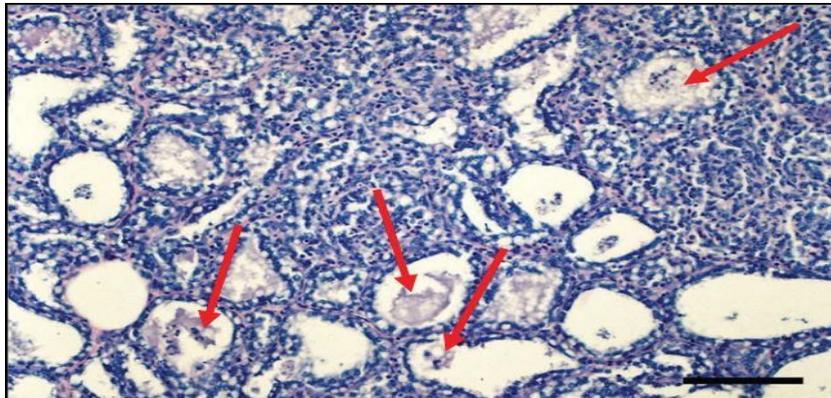
Les lésions découvertes sur l'avorton (Figure 3) ne sont pas pathognomoniques. Il s'agit, essentiellement de lésions d'anoxie marquées par une infiltration œdémateuse ou séro-hémorragique du tissu sous-cutané, et épanchements séro-sanguinolents ou hémorragiques des grandes cavités et des pétéchies ou suffusions cardiaques (Neta *et al.*,2010).



**Figure 3:** Avortons d'une vache atteinte de brucellose <http://www.microbes-edu.org/professionnel/imgbrucel/foetus.jpg>

- **Mamelle**

Au niveau de la mamelle les lésions sont liées à une inflammation des alvéoles et du tissu conjonctif inter-alvéolaire (figure 4).

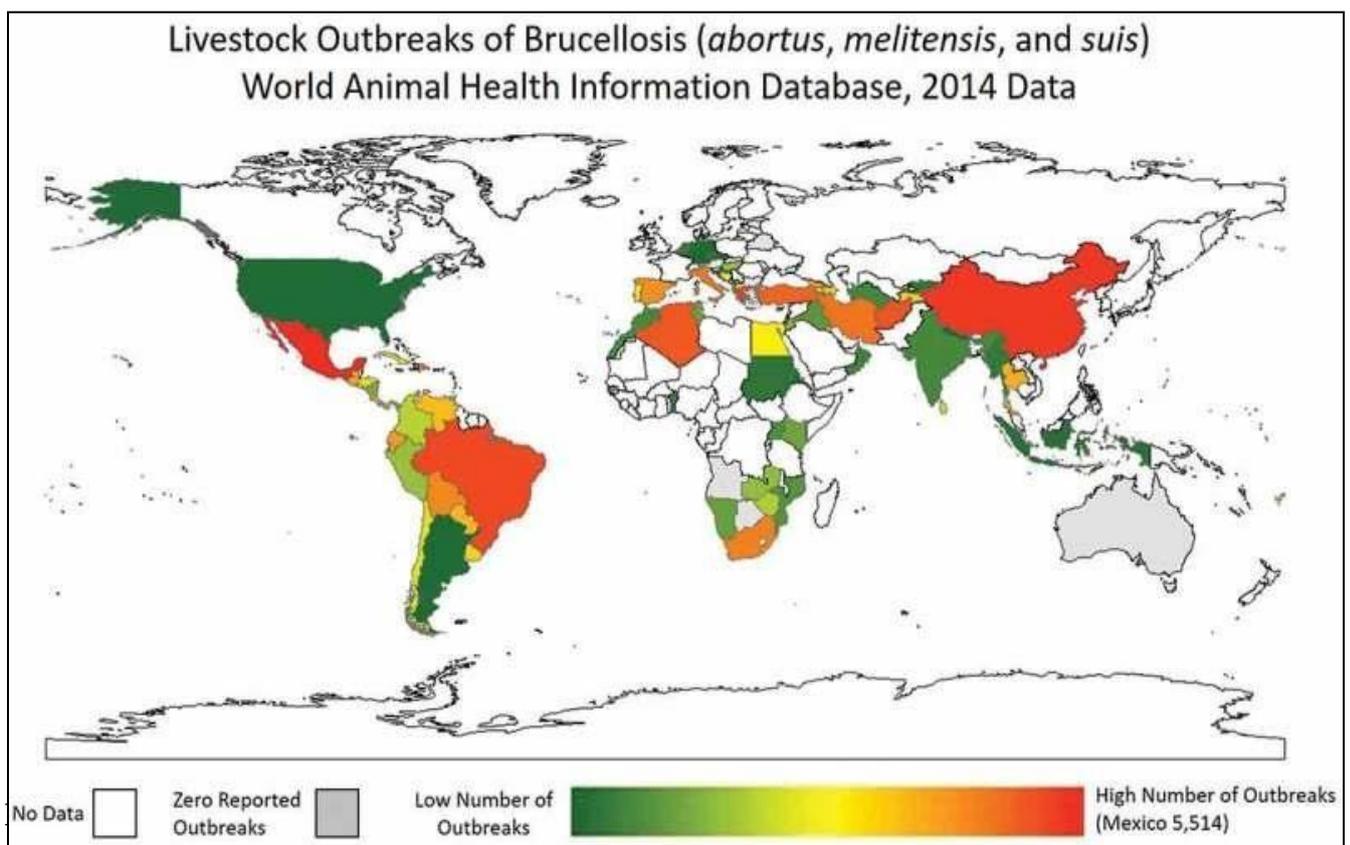


**Figure 4 :** Glande mammaire de vache infectée expérimentalement par *Brucella abortus* : inflammation interstitielle focale de lymphocytes, de macrophages et de neutrophiles dans la lumière des acini (coloration par l'hématoxine et l'éosine : (50x)bar=100  $\mu$ m) (Neta *et al.*, 2010)

## 2. EPIDEMIOLOGIE

### 2.1. Répartition géographique

La brucellose est une des zoonoses les plus répandues dans le monde. Actuellement, les régions endémiques de brucelloses se situent dans le pourtour méditerranéen (sur de l'Europe, Afrique du Nord et de l'Est, pays du Moyen-Orient), en Asie centrale et du Sud, et en Amérique centrale et du Sud. Certaines régions sont considérées indemnes de brucellose chez les ruminants, c'est à dire qu'officiellement aucun cas autochtone n'est déclaré durant 5 années : les pays d'Europe septentrionale, centrale et orientale, l'Australie, le Canada, le Japon et la Nouvelle Zélande (Figures 5). Néanmoins des foyers de réémergence et l'apparition de nouveaux foyers dans la faune sauvage, ainsi que la découverte de nouvelles espèces de *Brucella* sont autant d'arguments, en plus de son aspect zoonotique et les conséquences économiques qu'elle engendre, montrant que la brucellose reste un enjeu majeur de santé publique (Hull et Schumaker 2018)



*suis*) chez le bétail, telle que signalée à WAHIS (World Animal Health Information Database) pour la dernière année complète de données, 2014. L'espace blanc n'indique aucune donnée. L'espace gris indique zéro foyer signalé (Hull et Schumaker 2018).

## **2.2. Source de contamination**

- Contacts directs avec des animaux ou carcasses infectés, des avortons ou lors d'accidents dans des laboratoires (Doganay et *al.*, 2003)
- Ingestion de liquides ou tissus contaminés, tels que membranes fœtales et sécrétions utérines, généralement en cas d'avortement (Saegerman et *al.*, 2010).
- Pâturage dans un environnement contaminé ou ingestion d'eau contaminée (Saegerman et *al.*, 2010 ; Godfroid et *al.*, 2010 ; Kang et *al.*, 2014).
- Ingestion de matériel contaminé tel le lait ou les produits laitier non pasteurisés, ou encore ingestion d'aliments inhabituels comme du sang
- Voie sexuelle, lors de monte naturelle ou d'insémination artificielle, via le sperme contaminé (Acha Szyfres, 2003 ; Carter, 1985 ; Nicoletti, 1980)

## **2.3. Mode de transmission**

### **2.3.1. Transmission verticale**

La transmission a lieu principalement d'animal à animal, par contact avec les produits d'avortements ou lors des mises bas, et lors de partage de pâtures lors des transhumances, mais elle peut également être très précoce in utero, et très rapidement après la mise-bas, ou par ingestion de lait et de colostrum contaminé, ce qui entraîne des infections latentes asymptomatiques et sans séroconversion (Corbel et *al.*, 2006).

### **2.3.2. Transmission horizontale**

La transmission horizontale peut être directe par contact entre individus sains et individus infectés excréteurs, lors d'une cohabitation ou de la reproduction. Elle peut être indirecte par l'intermédiaires des bâtiments, des pâtures, du matériel, de l'aliment ou encore de l'eau, contaminés par des matières virulentes (Gagnière et *al.*, 2010).

## **2.4. Voie de pénétration**

Contact entre individus, à travers les voies conjonctivale et respiratoire dans les étables et bergeries. La voie cutanée, s'il y a des excoriations ou blessures au niveau des membres inférieurs de l'animal, constitue une voie de pénétration importante. La voie habituelle chez l'animal est la voie vénérienne (mâle réservoir, excréteur de Brucelles ou bien simple vecteur après souillure des muqueuses à l'occasion d'un coït antérieur avec une femelle brucellique) (Roop et *al.*, 2004). En revanche, la voie orale par ingestion de lait ou de colostrum virulent est limitée aux nouveau-nés et petits (Neta et *al.*, 2010).

### 3. DIAGNOSTIC ET PROPHYLAXIE

#### 3.1. Diagnostics

##### 3.1.1. Diagnostic épidémiologique-clinique

Chez les animaux, la brucellose est facile à diagnostiquer dans son contexte. Elle doit être suspectée chez les animaux devant des avortements répétés dans le troupeau et encore plus, s'il s'agit de premières gestations. L'avortement n'est pas pathognomonique à la maladie, mais il a un caractère tardif, sans prodromes. L'historique du troupeau peut orienter le diagnostic et les produits de l'avortement doivent faire l'objet d'analyses. De même, des mammites, des orchites ou des épидидymites, des arthrites ou des hygromas doivent éveiller l'attention. Enfin, une très forte suspicion est à retenir devant le décès d'un veau dans les premières 48 heures ou devant une rétention annexielle (OIE, 2014).

##### 3.1.2. Diagnostic de laboratoire

###### 3.1.2.1. Diagnostic direct

###### ➤ Diagnostic bactériologique

Pour le diagnostic direct, le choix du prélèvement est primordial. Il est principalement réalisé à partir de tissu sur animal abattu : placenta, avorton lors d'avortement, nœud lymphatiques prélevés à l'autopsie. Le dépistage peut également se réaliser à partir de lait (et colostrum) et d'écouvillons vaginaux ou prépuceux.

La bactérioscopie consiste à étaler sur lame des prélèvements biologiques et de les colorer (colorations de Stamp, Köster, Machiavello). Cette technique manque de sensibilité et de spécificité (morphologie de bactérie de même niche écologique similaire, comme *Coxiella Burnetti*, *Chlamydia psittaci*) et n'est plus beaucoup utilisée.

Le diagnostic de certitude repose sur la mise en culture, l'isolement et le typage de prélèvements biologiques. Les milieux de culture utilisés peuvent être gélosés ou liquides, standards (trypticase soja liquide ou gélosé, avec 2-5% de sérum bovin ou équin) et sélectifs après ajout d'antibiotiques (Stack et al., 2002 ; Miguel et al., 2011).

Les *Brucella* sont des germes à culture lente par rapport à d'autres bactéries (4 à 7 jours selon les espèces), l'utilisation de milieux sélectifs est indispensable pour permettre de limiter la croissance des autres bactéries. A partir de colonies isolées, le genre, l'espèce sont déterminés grâce à des méthodes de typage bactériologiques reposant sur des caractéristiques morphologiques biochimique, antigénique, la sensibilité à des colorants et des phages (Alton, 1988) (Figure 6)



**Figure 6 :** Culture de *Brucella*

[https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/15607917.ES.2016.21.31.30311?crawler=true#html\\_fulltext](https://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/15607917.ES.2016.21.31.30311?crawler=true#html_fulltext)

#### ➤ **Diagnostic par biologie moléculaire PCR**

La réaction en chaîne par polymérase (PCR) est une technique basée sur la détection moléculaire des séquences spécifiques de *Brucella* spp. telles que 16S - 23S, ou du gène bcs31 codant pour la protéine de 31-kDa présent chez cette espèce. Cette méthode est utilisée pour détecter et identifier l'ADN dans les cultures et échantillons cliniques. Cependant, la technique PCR permettant de diagnostiquer la brucellose présente une faible sensibilité par rapport aux méthodes de culture, alors que sa spécificité est proche des 100% (Godfroid et al., 2010).

#### **3.1.2.2. Diagnostic sérologique**

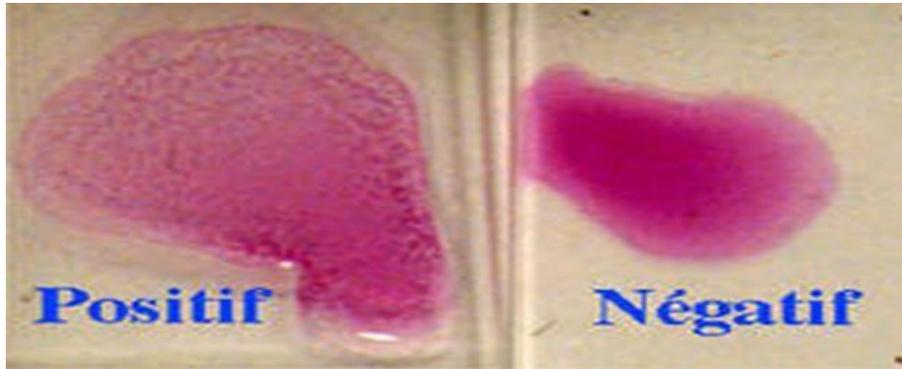
##### ○ **Épreuve de l'antigène tamponné (EAT)**

Le test au rose Bengale (RB) est une réaction d'agglutination sur lame, qui met en contact, d'une part un antigène constitué d'une suspension de *Brucella abortus* (souche 99) inactivées par la chaleur et colorées au rose Bengale, dans un tampon (pH  $3,5 \pm 0,05$ ), et d'autre part le sérum à analyser (OIE, 2018). Une réaction positive se traduit par la présence d'agglutinats (Figure 7).

Ce test est capable de détecter des Anticorps de type IgM et IgG, bien que le pH acide permette une très bonne détection des IgG en réduisant les unions non spécifiques avec d'autres Ig (Nielsen, 2002).

L'EAT est une épreuve très sensible. Cependant, comme pour toutes les autres épreuves sérologiques, on peut parfois observer des réactions positives à la suite d'une vaccination au B19 ou du fait de réactions sérologiques faussement positives (RSFP). Aussi, toute réaction positive doit-elle être confirmée selon une procédure appropriée (incluant la mise en œuvre d'autres

Épreuves et une enquête Epidémiologique). Des réactions négatives par défaut sont rares et sont souvent liées à un phénomène de zone, aisément mis en évidence en diluant le sérum avant épreuve ou en testant de nouveau l'animal 4 à 6 semaines plus tard. Néanmoins, l'EAT est une épreuve adaptée à la surveillance pour le dépistage des troupeaux infectés ou pour garantir l'absence d'infection brucellique en troupeau indemne (OIE, 2008).



**Figure 7** : Réaction à l'antigène au rose de Bengal (Chirani et *al.*, 2011)

- **Test de fixation de complément (CFT)**

Le test de fixation du complément (CFT), basé sur la détection d'IgG, est un test important pour le diagnostic de la brucellose. Il s'agit d'un des tests diagnostiques de routine dont la sensibilité analytique est la plus élevée (Cobos et *al.*, 2001). Il utilise un Ag préparé à partir de la souche lisse de *Brucella abortus* 99 ou de la souche 1119-3 (OIE, 2016).

- **ELISA**

La technique ELISA permet la mise en évidence principalement des IgG. C'est une méthode très sensible et très spécifique qui reste positive longtemps. Le test ELISA est réalisé 2 à 4 semaines après l'apparition des symptômes (Alton et *al.*, 2003).

- **Épreuve de l'anneau sur le lait (Ring test)**

Il s'agit d'une réaction d'agglutination qualitative obtenue par interaction des anticorps contenus dans le lait avec un antigène coloré par l'hématoxyline. Il est particulièrement bien adapté au dépistage d'une éventuelle infection dans un troupeau laitier. La présence de réactions positives douteuses ou de faux positifs (animaux récemment vaccinés, colostrum ou lait de mammite) est due à la sensibilité du test nécessitant alors une confirmation par ELISA (FAO, 2008).

### 3.1.3. Diagnostic allergique (Épreuve cutanée allergique à la brucelline).

L'épreuve cutanée allergique à la brucelline est une épreuve immunologique alternative, utilisable pour le dépistage des troupeaux non vaccinés, pourvu qu'un allergène purifié (sans trace de LPS-S) et normalisé (tel que la Brucelline-INRA) soit utilisé. L'épreuve dispose d'une spécificité très élevée qui permet de considérer comme infecté tout bovin non vacciné et séronégatif mais ayant réagi à l'épreuve cutanée allergique (Godfroid,1999).

### 3.1.4. Diagnostic différentiel

Chez les ruminants, tout avortement doit conduire à une suspicion de brucellose. Le diagnostic différentiel étudié à la suite d'un avortement chez les ruminants comprend (ESA, 2018) :

- Des maladies bactériennes : fièvre Q (*Coxiella burnetii*), chlamydie (*Chlamydia spp.*), listériose (*Listeria spp.*), leptospirose (*Leptospira spp.*), salmonellose (*Salmonella enterica* sérotype Typhimurium et Dublin, *Salmonella Abortus ovis*), *Campylobacter spp.*, *Yersinia spp.*,
- Des maladies parasitaires : néosporose (*Neospora caninum*), toxoplasmose (*Toxoplasma gondii*)
- Des maladies virales : infection au virus de Schmallenberg (petits ruminants), border disease des petits ruminants (Border Disease Virus), BVD (virus BVD). Les signes cliniques tardifs et peu spécifiques peuvent rendre le diagnostic de brucellose difficile.

## 3.2. PROPHYLAXIE

### 3.2.1. Prophylaxie sanitaire

Elle consiste en un assainissement des cheptels bovins infectés et une protection des cheptels indemnes (OIE, 2004; Acha et *al.*, 2005), elle comporte :

- Des mesures offensives :
  - Dépistage des animaux infectés (persistance parfois toute la vie), et isolement de ceux-ci, puis leur élimination rapide vers la boucherie.
  - Elimination des jeunes femelles nées de mère infectée - Contrôle de toutes les espèces réceptives et élimination des infectés.
  - Utilisation de l'insémination artificielle, pour limiter la transmission vénérienne.
  - Isolement strict des animaux infectés, surtout lors de mise bas, dans un local facile à désinfecter, et mesures de désinfections adaptées (destruction du placenta, traitement des fumiers...).
- Des mesures défensives :
  - Introduction de bovins certifiés indemnes, avec quarantaine et contrôle individuel par sérologie.
  - Maintien du cheptel à l'abri des contaminations de voisinage.
  - Hygiène de la reproduction : monte publique ou insémination artificielle.
  - Désinfections périodiques des locaux.
  - Isolement des parturientes et destruction des placentas.
  - Contrôle régulier des cheptels.

### 3.2.2. Prophylaxie médicale

La vaccination est recommandée par l'Office International des Epizooties pour le contrôle de la brucellose dans les zones où la prévalence de l'enzootie est élevée.

Pour les bovins, deux vaccins existent actuellement : le vaccin S19 et le vaccin RB51.

- Le vaccin S19 n'est pas un vaccin idéal mais c'est le plus utilisé à travers le monde. C'est un vaccin à agent vivant fabriqué à partir de la souche S19, qui appartient au biotype 1 de *Brucella abortus*.
- Le vaccin RB51 est devenu le vaccin officiel pour la prévention de la brucellose bovine dans plusieurs pays. Chaque pays utilise cependant des protocoles de vaccination différents.

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

L'objectif fixé pour ce travail est la mise au point sur la situation épidémiologique au niveau de la wilaya de Blida par l'étude de la prévalence du portage du cheptel bovin laitier.

### Lieu et période

L'étude a eu lieu dans la wilaya de Blida, pendant le mois de mars, 2020. La partie diagnostique sérologique a été réalisée dans le laboratoire de l'institut des sciences vétérinaire université Blida1.

### 1. MATERIEL ET METHODES

#### • Echantillons

Pour répondre à notre objectif, les prélèvements sanguins ont été réalisés sur des vaches gestantes et non-gestantes sur 11 élevages avec un total de 124 têtes comme suit :

**Tableau 2** : Description échantillon

Elevages	Localités	Nbre VL prélevées	Nbre veaux	Nbre taureaux	Nbre génisses	Nbre total BV
1	Bouarfa	20	4	1	0	25
2	Bouinan	16	0	0	0	16
3	Soumaa	11	1	0	0	12
4	Guerouaou	8	4	1	5	18
5	Bouarfa	13	2	2	0	17
6	Chrea	5	2	5	3	15
7	Bouarfa	10	3	0	3	16
8	Bouarfa	14	1	1	7	23
9	Bouarfa	11	2	1	3	17
10	Amroussa	10	5	2	0	17
11	Amroussa	6	0	0	0	6
<b>Total</b>		<b>124</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>182</b>

Nbre : nombre ; BV : bovins ; VL : vaches laitières

#### 1.1 MATERIEL

- Matériel de prélèvements. (Cf. annexe 1)

- Matériel pour traitement et récolte des sérums (figure 08). (Cf. annexe 1)



**Figure 8 :** Matériels utilisés dans le laboratoire (Photo originale).

- **Kit pour diagnostique sérologique**

Le kit pour l'épreuve EAT à l'antigène tamponné utilisé comprend : (Figure 9)

Antigène coloré au rose Bengale (SPINREACT®).

- Sérums de contrôle "témoin positif" et "témoin négatif"
- Plaques blanches en plastique cerclées comme support pour la réaction
- Baguettes fines en plastique pour le mélange.



**Figure 9:** Kit pour l'épreuve EAT (SPINREACT®) (Photo originale)

- **Questionnaire**

Un questionnaire a été réalisé comprenant deux parties :

- Caractéristiques de l'élevage (Cf. annexe 2)
- Conduites de l'élevage (Cf. annexe 3)

## 1.2. Méthodes

- **Questionnaire**

La récolte de données était basée sur l'observation et sur des questions adressées aux éleveurs. Nous n'avons pas eu réponse à toutes les questions posées par manque de coopération des éleveurs réticents.

- **Prélèvements**

Le prélèvement sanguin a été réalisé sur des vaches contentonnées par l'éleveur (le plus souvent à l'aide d'une simple corde ou bien par une prise nasale) comme suit :

- Désinfection rapide de la zone inférieure et médiale de la queue
- Prélever avec une aiguille fixée à un tube vacutainer ; de la veine coccygienne (caudale). (Figure 10)
- Identification des tubes préalablement accompagné d'une fiche de renseignement; mentionnant la date, et lieu, âge et race (Cf. Annexe 4).
- Les tubes placés dans portoirs ont été transportés sous couvert de froid dans une glacière.
- Conservés à +4°C au laboratoire jusqu'au lendemain.



**Figure 10:** Prélèvement sanguin de la veine coccygienne chez une vache laitière (Holstein) (photo originale)

- **Traitement des sérums**

Après 24h passées au réfrigérateur les prélèvements ont été traités selon les étapes suivantes :

- Décoller le culot sanguin du tube à l'aide d'une pipette pasteur.
- Centrifuger à 3000 tours pendant 10 min.
- Pipeter les sérums et les aliquotés dans des tubes Eppendorfs identifiés (figure 11)



**Figure 11:** Traitement des prélèvements (décollement et pipetage) (Photo originale)

- **Diagnostic sérologique**

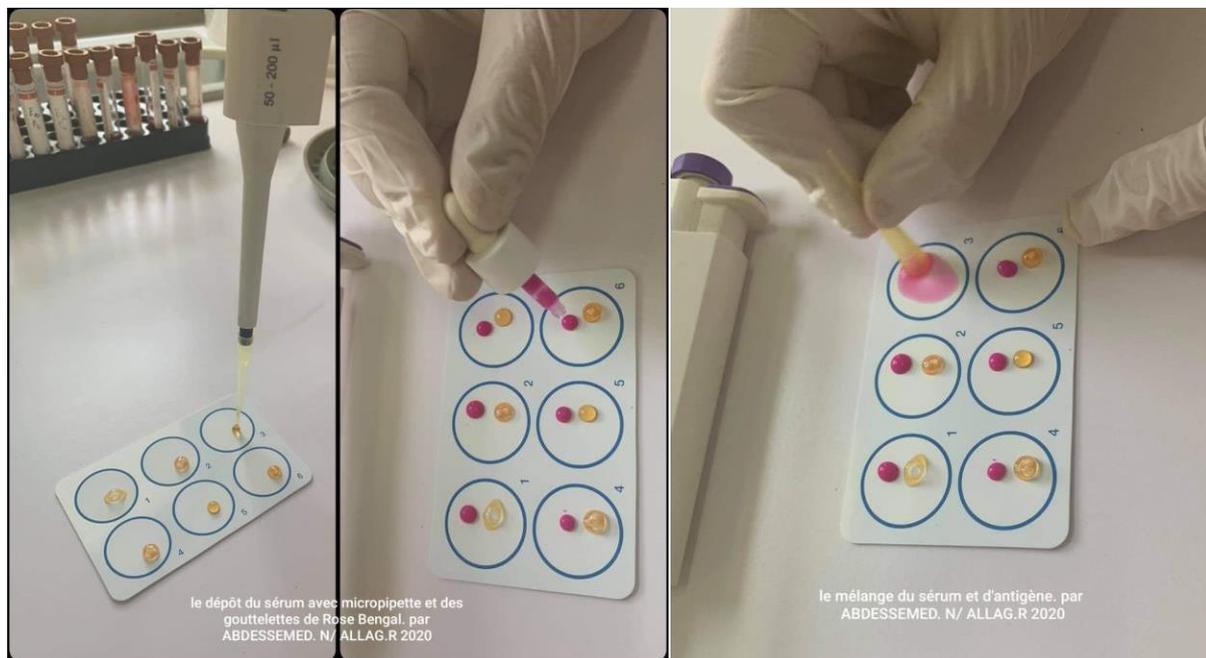
L'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) a été réalisée selon les étapes suivantes : (figure 12)

- Ramener les Échantillons de sérum et l'antigène à température ambiante ( $22\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ );

- Déposer 30 µl de chaque échantillon de sérum sur une plaque blanche, émaillée ou plastique, ou dans une plaque à hémagglutination OMS.
- Agiter doucement le flacon d'antigène et déposer un volume égal d'antigène à côté de chaque dépôt de sérum.
- Mélanger rapidement et délicatement le sérum et l'antigène (au moyen d'un bâtonnet de plastique, changé pour chaque sérum) de manière à produire une zone circulaire ou ovale de 2 cm de diamètre environ.
- Agiter doucement manuellement avec des mouvements rotatoires pendant 4 min; jusqu'à obtenir une suspension homogène.

Pour chaque série d'examen :

- Un sérum témoin positif.
- Un sérum témoin négatif.
- Un témoin solution physiologique (contrôle d'auto-agglutinabilité de l'antigène).



**Figure 12:** Etapes de l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) (Rose Bengal) (Photo originale)

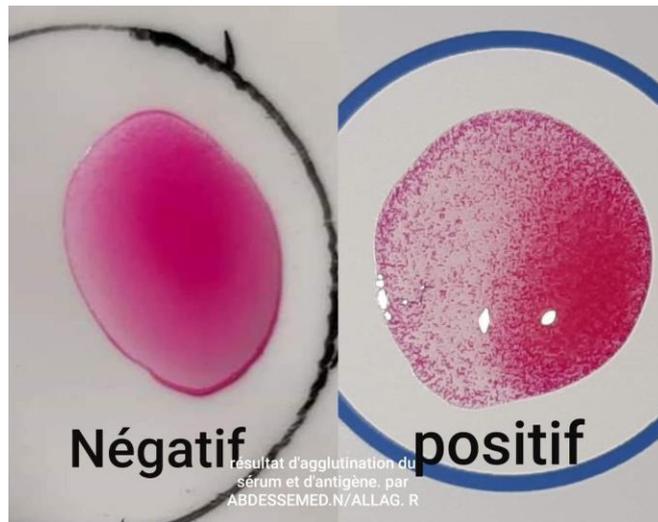
- **Lecture**

- Effectuer la lecture immédiatement après les 4 minutes sous un bon éclairage et à l'œil nu.
- Observer la présence ou l'absence de visibles agglutinats.
- Ne pas tenir compte des agglutinats qui apparaissent après 4 minutes, d'où un nombre limité de réactions.

- **Interprétation**

L'interprétation des résultats n'autorise que l'appellation «sérum négatif» ou «sérum positif».

- Réaction positive : Présence d'agglutinats (même très fins).
- Réaction négative : Absence d'agglutinats.



**Figure 13:** Lecture de la réaction à EAT (Photo originale).

## 2. RESULTATS

### 2.1. Enquête épidémiologique

Le traitement des questionnaires récoltés lors des visites des élevages a permis de faire ressortir certains critères qui caractérisent les élevages de la région et certaines conduites pratiquées ainsi que le statut abortif dans ces mêmes élevages. Les résultats sont rapportés dans les tableaux suivants :

- **Caractéristiques des élevages**

Les critères d'élevages retenus sont rapportés dans le tableau suivant :

**Tableau 3** : Recueil des données des caractéristiques des élevages.

<b>Critères</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Effectif</b>		
<10 têtes	1	9
[10-20]	8	<b>72,72</b>
>20 têtes	2	18
<b>localisation de la ferme</b>		
Rurale	10	<b>91</b>
urbaine	1	9
<b>La ferme est clôturée</b>		
complètement	9	<b>82</b>
partiellement	2	18
<b>Présence d'un box de vêlage</b>		
Oui	0	0
Non	11	100
<b>Présence d'aire d'exercice/ pâturage</b>		
Oui	2	18
Non	9	<b>82</b>
<b>Contact des bovins avec ceux des fermes voisines.</b>		
Oui	5	45
Non	6	55
<b>Présence d'autres espèces animales</b>		
Non	3	28
Ovins	1	9
Caprins	1	9
Chien et chats	7	<b>64</b>
<b>Hygiène de l'étable</b>		
Satisfaisante	2	18
Non satisfaisante	9	<b>82</b>

Les résultats montrent que 72% des élevages avaient un effectif entre 10-20 têtes. 91% sont localisés en zone rurale, 82% sont complètement clôturés. Inexistence de box de vêlage, pas d'aires d'exercices ni pâturages pour 82% des élevages. Il y a aussi la présence d'autres espèces généralement chiens et chats et l'hygiène générale est non satisfaisante.

- **Pratiques et conduite de l'élevage**

Les critères qui caractérisent les pratiques au sein des élevages et la conduite de ces derniers sont rapportés dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Recueil des données de la pratique et conduite d'élevage

<b>Critères</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Mode de reproduction</b>		
Saillie naturelle	8	<b>73</b>
IA	0	0
les deux	3	27
<b>Renouvellement des Bv</b>		
auto renouvellement	1	9
Achat du marché	10	<b>91</b>
<b>Devenir du placenta après vêlage</b>		
jeté	11	<b>100</b>
enterrés	0	<b>0</b>
<b>Devenir des avortons</b>		
jetés		
enterrés	3	27
<b>Isolement des femelles qui ont avorté</b>		
Non	11	100
Oui	0	0
<b>Conduite face à l'endroit de vêlage ou d'avortement</b>		
Lavage à l'eau seulement	5	<b>45</b>
Désinfection	3	27
Aucune mesure	3	27
<b>Conduite face au matériel de vêlage (cordes, lacs...)</b>		
Aucune mesure	9	<b>82</b>
Lavage à l'eau		
Désinfection		

Les résultats montrent que mode de reproduction est à 73% naturel. Les bovins renouvelés sont à 91% achetés au marché. Généralement les placentas sont jetés et les avortant aussi. Les femelles avortées ne sont pas isolées. L'hygiène des étables se fait dans la plupart du temps avec de l'eau et aucune mesure pour le matériel

- **Statut abortif des élevages**

Les résultats de la situation vis-à-vis des avortements au sein des élevages sont rapportés dans le tableau 5.

**Tableau 5 :** Recueil des données de la situation des avortements dans les élevages

Critères	n	%
<b>Présence d'avortements dans les 3 dernières années</b>		
Non	6	<b>55</b>
1 avortement isolé unique	3	27
Plus	2	18
<b>Des problèmes de fertilité</b>		
Oui	1	9
Non		
<b>Présence de mortinatalité</b>		
Oui	1	9
Non		

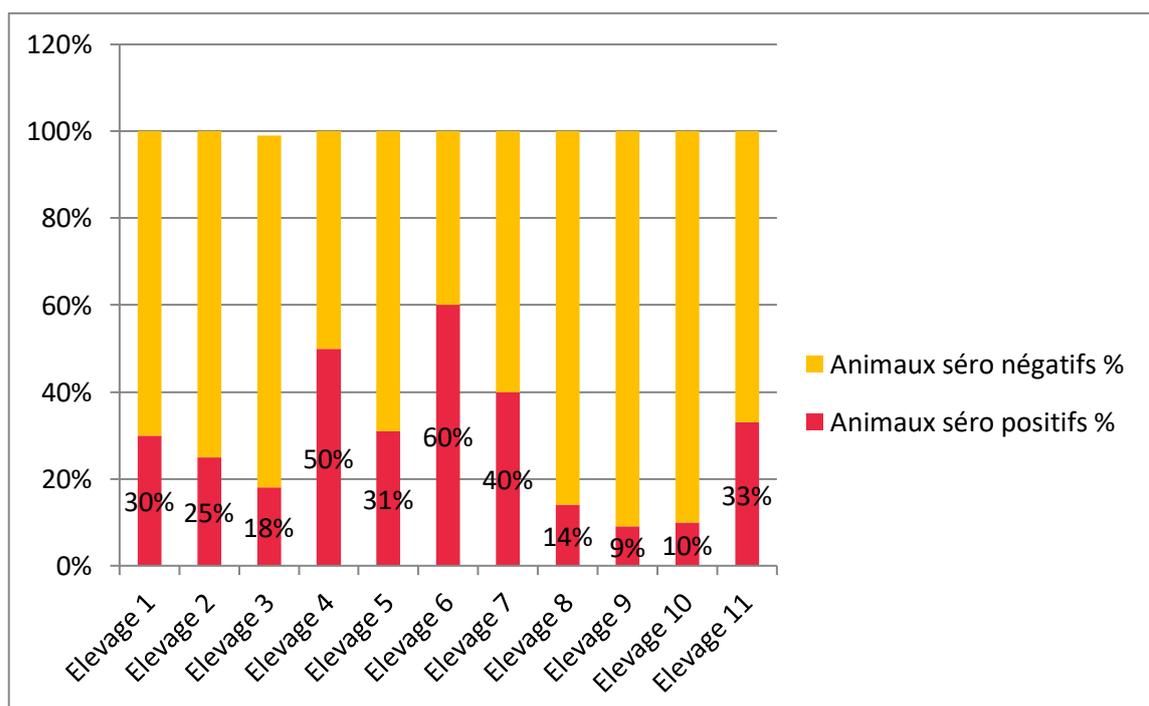
Les résultats montrent que 55% des élevages non pas eu d'avortement durant les trois dernières années et 27% ont déclaré un avortement isolé unique. Pour les problèmes de fertilité et de veaux mort-nés seulement 9% ont répondu oui.

## 2.2. Diagnostic sérologique

Le traitement des résultats du diagnostic sérologique par l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT) a montré les résultats rapportés dans les tableaux suivants.

### • Séroprévalence individuelle

Les résultats de la séropositivité des vaches diagnostiqués dans les différents élevages sont rapportés dans le figure 14.



**Figure 14:** Séroprévalence individuelle

Les résultats montrent un taux de séropositivité de 27%.

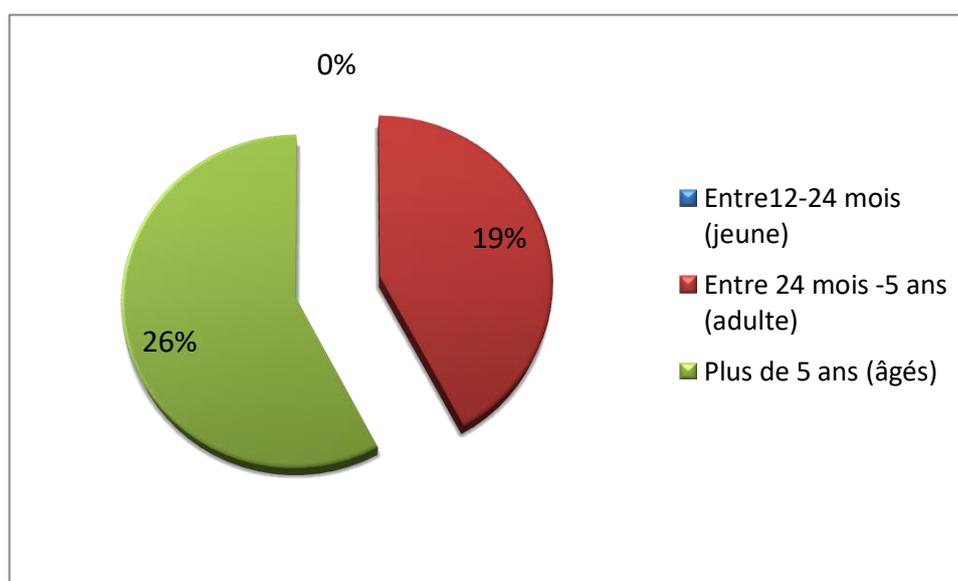
- **Séroprévalence selon les critères individuels**

Le traitement des résultats selon certains critères individuels des vaches diagnostiquées a montré les résultats rapportés dans le tableau 7 et les figures 15, 16 et 17.

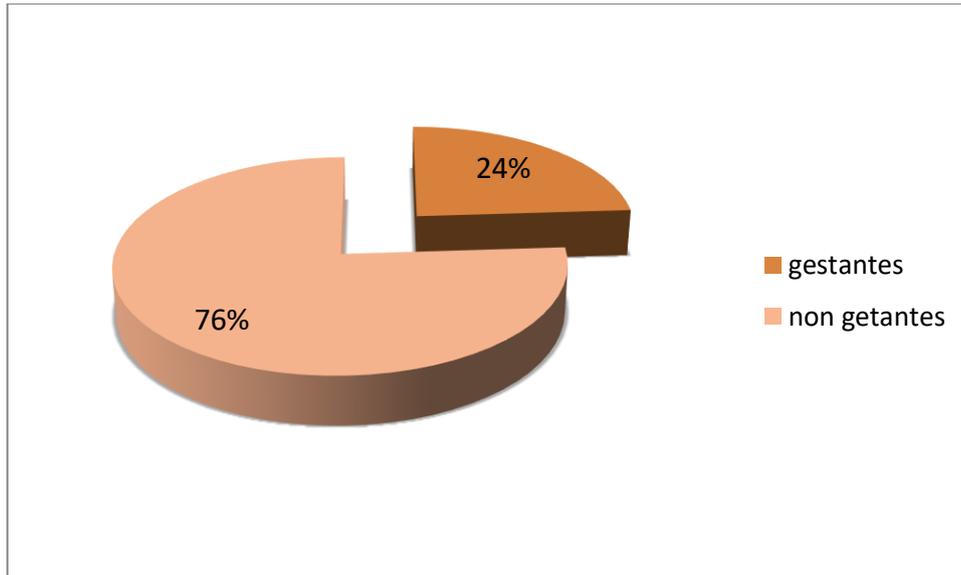
**Tableau 6:** Séroprévalence selon les critères individuels.

Critères	Séropositivité	
	n	%
<b>Âges</b>		
Entre 12-24 mois (jeune)	3	<b>0</b>
Entre 24 mois -5 ans (adulte)	68	<b>19</b>
Plus de 5 ans (âgés)	53	<b>26</b>
<b>Statut reproduction</b>		
Gestantes	45	<b>24</b>
Non gestante	79	<b>76</b>
<b>Avortement antérieurs</b>		
Aucun	116	<b>93</b>
Avortements	7	<b>6</b>
Mort-né	1	<b>1</b>

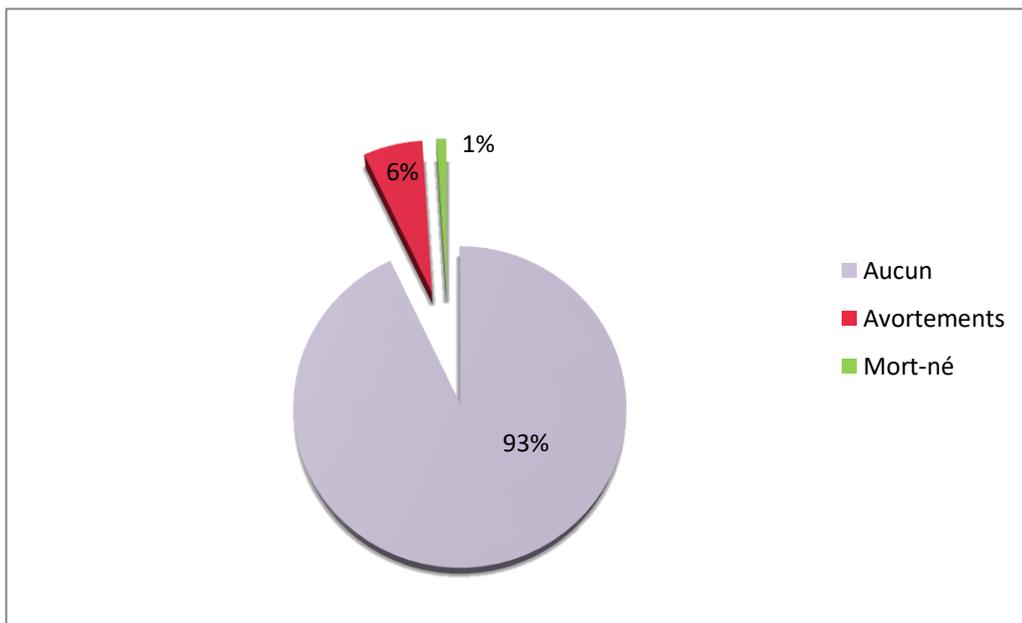
Les résultats montrent les vaches les plus âgées sont les plus touchées, les femelles non gestantes sont à 76% séropositives. 93% des vaches diagnostiquées positives ont été déclarées comme n'ayant aucun antécédent d'avortement.



**Figure 15:** séropositivité selon l'âge



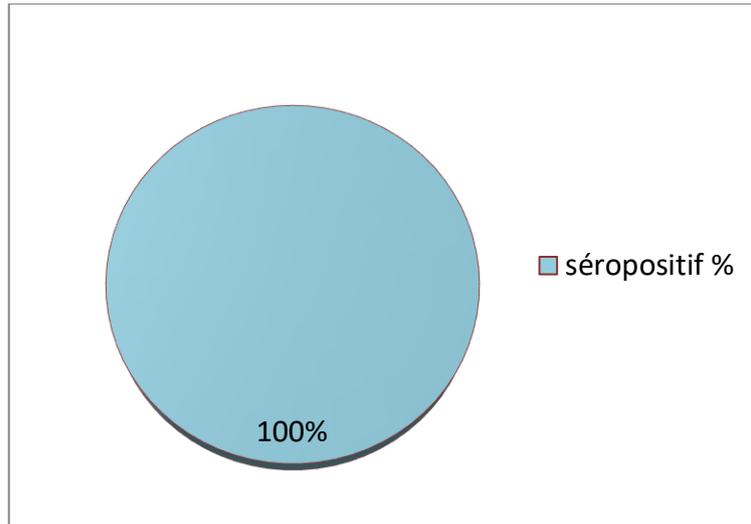
**Figure 16 : séropositivité selon le statut de reproduction**



**Figure 17: séropositivité selon les cas d'avortements antérieurs**

- **Séroprévalence à l'échelle Elevage**

Les résultats de séropositivité par rapport aux élevages sont rapportés dans la figure 18.



**Figure 18:** Séroprévalence des élevages

Les résultats montrent que les 11 élevages visités ont eu au moins une vache séropositive

### 3. DISCUSSION

La brucellose est une maladie contagieuse pour les animaux d'élevage ayant un impact économique important (pertes de production et entraves aux échanges commerciaux) et une zoonose grave pour l'Homme à déclaration obligatoire.

L'épidémiologie de la brucellose bovine est influencée par plusieurs facteurs, notamment des facteurs associés à la transmission de la maladie entre les troupeaux, des facteurs influençant le maintien et la propagation de l'infection au sein des troupeaux (Crawford *et al.*, 1990).

Dans la présente étude nous avons interrogé les éleveurs et récolté certaines informations par observation à l'aide d'un questionnaire afin d'évaluer certaines caractéristiques des élevages visités et leurs pratiques. Les facteurs de sensibilités liés à l'animal sont généralement sous la dépendance des facteurs extrinsèques en particulier ceux liés à l'environnement et au mode d'élevage qui les influencent d'une certaine manière (Boukary, *et al.*, 2014).

Les critères retenus ont montré que 72% des élevages avaient un effectif entre 10-20 têtes. La localisation des fermes été à 91% rurale et 82% des fermes étaient clôturées complète. Ces données montrent aussi que la totalité des élevages manquaient d'un box de vêlage, la plupart (82%) n'ont pas d'aires d'exercices ni pâturages. Les animaux peuvent être en contact avec des bovins de ferme voisine. Il y a aussi la présence d'autres espèces au sein de ces élevages généralement chiens et chats mais aussi la présence des petits ruminants (ovins et caprins) et l'hygiène générale de l'étable reste non satisfaisante dans la majorité des cas. Selon GODFROID *et al.* (2003), l'intensification de l'élevage favorise l'extension de la maladie. Le contact indirect des animaux via des points d'accès partagés à l'eau potable et des pâturages, constitue également un risque de transmission de la brucellose entre troupeaux (Terefe *et al.*, 2017 ; Alhaji *et al.*, 2015). La présence d'autres espèces notamment les petits ruminants, a été associée à une forte prévalence de la brucellose (Zamri-Saad M *et al.* 2016), et à une résurgence de la maladie dans les troupeaux de bovins (Ducrotoy M. *et al.*, 2017). La brucellose chez les bovins est généralement causée par des biovars de *Brucella abortus*. Dans les zones où les bovins sont élevés en association étroite avec des moutons ou des chèvres, l'infection peut également être causée par *B. melitensis* (Verger JM *et al.*, 1985).

Pour la conduite de l'élevage, les réponses obtenues ont montré que les bovins renouvelés sont à achetés au marché de statut sanitaire inconnu. Les éleveurs utilisent la saillie naturelle comme mode de reproduction, dans la majorité des cas le taureau appartient à l'élevage. Le rôle épidémiologique des mâles semble faible, mais ils servent de vecteurs lorsque la monte naturelle est pratiquée (Garin-Bastuji, 2003).

Pour la situation par rapport aux avortements, la majorité des éleveurs ont déclaré n'avoir pas eu d'avortement durant les trois dernières années, les autres ont parlé d'un avortement isolé unique. Les femelles avortées ne sont pas isolées et généralement les placentas sont jetés et les avortons aussi.

L'hygiène des endroits se fait dans la plupart du temps avec de l'eau du robinet et aucune mesure pour le matériel. Selon plusieurs études, la prévalence de la brucellose dans les troupeaux est positivement corrélée avec l'incidence des avortements chez les femelles (Schelling *et al.*, 2003 ; Ibrahim *al.*, 2010).

Les femelles infectées peuvent excréter des concentrations élevées de l'agent pathogène dans leur lait, les membranes placentaires et les avortons favorisant ainsi la transmission de la maladie aux animaux sains et à l'homme (John *et al.*, 2010. Saegerman *et al.*, 2010). Ces produits d'avortement et de mise bas sont déplacés et ingérés par les chiens présents dans les élevages qui ont également un rôle dans la contamination et la transmission de la maladie (Garin-Bastuji, 2003 ; Diaz Aparicio, 2013).

Les résultats du diagnostic sérologique par l'épreuve à EAT montrent un taux de positivité individuelle de 27% (33/124) et un taux à l'échelle élevage de 100% soit les 11 élevages ont eu au moins une vache séropositive. Les vaches les plus âgées sont les plus touchées avec un taux de 26%, les femelles non gestantes sont à 76% séropositives et 93% des vaches diagnostiquées positives ont été déclarées comme n'ayant aucun antécédent d'avortement.

Plusieurs études ont montré que la prévalence individuelle de la brucellose est corrélée avec l'âge des animaux. Elle est significativement plus élevée chez les animaux âgés par rapport aux jeunes animaux (Traoré *et al.*, 2004 ; Faye *et al.*, 2005, Chimana *et al.*, 2010). Cependant il n'y a pas une relation claire entre l'état physiologique de l'animal et son statut sérologique (Boukary, *et al.*, 2014).

La séroprévalence de la Brucellose bovine en Algérie est variable d'une année à l'autre et d'une région à l'autre (Lounes et Bouyoucef, 2009). La prévalence était de 7,97% dans la wilaya de Blida (Dechicha, 2003) et de 2,42 à 3,34 % pour les individus et de 8 % à 25 % pour les élevages dans la région de Tiaret (Aggad, 2003). Selon YAHIA *et al.*, (2018), dans la wilaya de Djelfa, la prévalence de la brucellose bovine de 2004 à 2013 avait fluctué d'une année à l'autre, allant de 0,48% à 3,45%. Pour KAABOUB *et al.*, (2019) Médéa, l'examen sérologique a révélé que 7/57 élevages (12,28%) étaient infectés, dont 7/280 (2,5%) bovins étaient séropositifs. La variation de la séroprévalence rapportée par différents auteurs pourrait être due à la variation de la race des animaux étudiés, du niveau d'intensification de la gestion, de la taille du troupeau, du système de reproduction et des tests sérologiques utilisés (Hailesilasie *et al.*, 2010 ; Tesfaye *et al.*, 2011).

Au Maghreb, selon les études la prévalence est variable. En Libye, la séroprévalence était de 42% (Ahmed et *al.*, 2010) ; Au Maroc, deux foyers bovins (72 cas) ont été déclarés dans la province d'Agadir en 2004 (OIE 2005) et en Tunisie, la séroprévalence était de 3,37% (Elandalousi et *al.*, 2015).

Dans les autres pays du monde selon l'OIE (2020), l'incidence la plus élevée est constatée au Moyen-Orient, dans la région de la Méditerranée, en Afrique subsaharienne, en Chine, en Inde, au Pérou et au Mexique. Actuellement, les pays d'Asie centrale et d'Asie du Sud-Est enregistrent la plus forte augmentation du nombre de cas. Alors que plusieurs pays d'Europe occidentale et septentrionale, le Canada, le Japon, l'Australie et la Nouvelle-Zélande semblent être indemnes de l'agent causal.

## CONCLUSION

Bien qu'un programme de national de lutte contre la brucellose existe depuis 1995, basé sur le dépistage/abattage, cette maladie continue à se propager dans nos élevages causant d'énormes pertes économiques et de nombreux cas humains enregistrés chaque année.

Les résultats de la présente étude confirme cette triste réalité. Plusieurs facteurs entrent en jeu dans la persistance de cette maladie et l'échec des programmes entrepris. Ces défaillances seraient dues à la mauvaise conduite de nos élevages mais aussi au non coopération des éleveurs par manque de sensibilisation mais aussi par crainte que les animaux positifs soient abattus et faiblement indemnisés.

Pour éradiquer une maladie zoonotique telle que la brucellose il faut mobiliser tous les moyens humains et financiers nécessaires.

## RECOMMANDATIONS

La surveillance au moyen de tests sérologiques ainsi que des tests sur le lait tels que l'épreuve de l'anneau coloré peuvent servir au dépistage de la maladie et jouent un rôle important dans les campagnes visant à l'éliminer. De même, les animaux peuvent être testés individuellement à la fois à des fins prophylactiques et commerciales.

Dans les régions endémiques, la vaccination est souvent utilisée pour réduire l'incidence de l'infection. Plusieurs vaccins à base de virus vivants modifiés sont disponibles. Le Manuel de l'OIE des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres fournit des directives détaillées pour la production des vaccins.

À mesure que l'on s'achemine vers une élimination de la maladie, un programme de dépistage et d'abattage sanitaire devient nécessaire pour l'éradiquer totalement.

Le contrôle de l'infection chez les animaux représente le meilleur moyen de prévention de la brucellose humaine. La pasteurisation du lait provenant d'animaux infectés a constitué un outil important de réduction de l'infection chez l'homme.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Acha N. Pedro, Szyfres Boris, 2005.** Zoonoses and communicable diseases common to Man and Animals – Volume1: Bacterioses and Mycoses. 3ème édition. Office International des Epizooties.
2. **Acha PN, Szyfres B. 2005.** Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. Tome 1, troisième édition. Paris. Office international des épizooties. 1063p.
3. **Acha, P., & Szyfres, B. 2003.** *Brucellosis*. In Pan American Health Organization (Ed.), Zoonosis Ans Communicables Diseases Common To Mand And Animal. (3rd Ed, P. 382). Wahington
4. **Aggad H. 2003,** Serological studies of animal *brucellosis* in Algeria. Assiut Vet. Med.J.,49 (98) : 121-130
5. **Ahmed MO, Elmeshri SE, Abuzweda AR, Blauo M, Abouzeed YM, Ibrahim A, Salem H, Alzwam F, Abid S, Elfahem A, Elrais A. 2010.** Seroprevalence of *brucellosis* in animals and human populations in the western mountains region in Libya, December 2006-January 2008. Euro-Surveillance. 2010. 15 (30) : ii=19625. Accessible En ligne : <http://www.eurosurveillance.org/content/10.2807/ese.15.30.19625> en 24/07/2020
6. **Alhaji NB, Wungak YS, Bertu WJ. 2015.** Serological survey of bovine *brucellosis* in Fulani nomadic cattle breeds (*Bos indicus*) of north-Central Nigeria: potential risk factors and zoonotic implications. Acta Trop. 2016;153:28–35. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.10.003>.
7. **Alton Gg, Jones Lm, Angus Rd, Verger Jm, 2003,** Techniques For The *Brucellosis* Laboratory. Inra Publications, Paris, France.)
8. **Alton, G. ., Jones, L. ., Angus, R. ., & Verger, J. 1988.** Tecniques for the *brucellosis* laboratory. (I. N. de la recherche Agrpnomique, Ed.) (1st Ed). Paris
9. **Alton, G. G. 1988.** Techniques for the *brucellosis* laboratory, Institut National de la Recherche Agronomique
10. **Barkallah M, Gharbi Y, Hassena AB, Slima AB, Mallek Z, 2014.** Gautier M *et al.* Survey of Infectious Etiologies of Bovine Abortion during Mid-to-Late Gestation in Dairy Herds. PLoS ONE, 9 (3): e91549. doi : 10.1371/journal.pone.0091549.
11. **Boukary A. R. et al. , 2014,** La brucellose en Afrique subsaharienne, Ann. Méd. Vét., 158, p 39-56.
12. **Boukary AR, Saegerman C, Abatih E, Fretin D, Alambédji Bada R, De Deken R, Harouna AH, Yenikoye A. 2013.** Thys E. Seroprevalence and potential risk factors for *Brucella spp.* infection in traditional cattle, sheep and goats reared in urban, periurban and rural areas of Niger. PloS ONE., 8 (12): e83175. 10.1371/ journal. pone.0083175.

13. **Bounaadja L., 2010**, Développement d'une PCR en temps réel pour la détection des *Brucella* et relations avec le genre *Ochrobactrum*, thèse présentée pour l'obtention du diplôme de doctorat : biologie des organismes, université du Maine, 200 p.
14. **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
15. **Carter, G. 1985**. Brucellosis. In Bacteriología Y Micología Veterinaria (Pp. 230–238). México: El Manual Moderno.
16. **Chimana H.M., Muma J.B., Samui K.L., Hangombe B.M., Munyeme M., Matope G., Phiri A.M., Godfroid J., Skjerve E., Tryland M. A 2010** comparative study of seroprevalence of *brucellosis* in commercial and small-scale mixed dairybeef cattle enterprises of Lusaka province and Chibombo district, Zambia. *Trop. Anim. Health Prod.*, **42**, 1541-1545.
17. **Chirani, F., Hadjila, A., Ghezri, N., Draou, M., Hadj-Kadour, A.,2011**. La *brucellose* humaine. Thèse. Med. Pharmacie., p :60.
18. **Cobos, L., Peña, G., Romero, C., Velázquez, F., Velázquez, M., Vicencio, M., Betancourt, X. 2001**. Fijación De Complemento. In E. Díaz, L. Hernández, G. Valero, & B. Arellano (Eds.), Diagnóstico De *Brucellosis* Animal (Pp. 56–79). México
19. **Corbel MJ. 1997**, *Brucellosis*, an overview. *Emerg.Infect.Dis.*;3:213-221.
20. **Corbel MJ. 2006**. *Brucellosis* in human and animals. WHO/FAO/OIE. Édition, World Health Organisation. Geneva : WHOLibrary, WHO press.. 90p.
21. **Crawford RP, Huber JD, Adams BS 1990**, Epidemiology and surveillance. In Nielsen K, Duncan JR (eds) *Animal brucellosis*. CRC Press Inc., Boca Raton, pp 131–148
22. **De Bolle, X., Crosson, S., Matroule, J.-Y., & Letesson, J.-J. 2015**. *Brucella abortus* Cell Cycle and Infection Are Coordinated. *Trends in Microbiology*, 23(12), 812–821. <http://doi.org/10.1016/j.tim.09.007> en 18/09/2020
23. **Dechicha A.S. 2003**. Séroprévalence des agents abortifs dans les élevages bovins laitiers de la wilaya de Blida. Mémoire de magister en sciences vétérinaires. Département des sciences vétérinaires Université Saad Dahleb de Blida.
24. **Dedet J., 2007**, La microbiologie de ses origines aux maladies émergentes, Dunod, p 74-76.
25. **Diaz Aparicio, E. 2013**, Epidemiology of *brucellosis* in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. *Revue Scientifique et technique de l'OIE*. Vol. 32, pp. 53-60.
26. **Doganay, M., Aygen, B., Corbel, M. J., Roux, J., Shapiro, D. S., Wong, J. D., 2003**. Human *Brucellosis*: An Overview. *International Journal Of Infectious Diseases*, 7(3), 173–182
27. **Ducrottoy M, Bertu WJ, Matope G, Cadmus S, Conde-Álvarez R, Gusi AM, et al. 2017**. *Brucellosis* in sub-Saharan Africa: current challenges for management, diagnosis and control. *Acta Trop*; 165:179–93. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica..10.023.en> 24/07/2020

28. **Elandalousi RB, Ghram A, Maaroufi A, Mnif W. 2015.** Séroprévalence des maladies abortives zoonotiques chez les ruminants au nord de la Tunisie. *Research fr.* (2): 1419. doi : / [dx.doi.org/10.13070/rs.fr.2.1419](https://doi.org/10.13070/rs.fr.2.1419) en 24/07/2020
29. **ESA., 2018,** "Maladie abortives des ruminants, OSCAR (Observatoire et suivi des causes d'avortements chez les ruminants)." Plateforme d'épidémiologie santé animale Retrieved 18 October, from <https://www.plateforme-esa.fr/page/thematique-diagnostic-differentiel-desavortements> en 27/07/2020
30. **FAO (Organisation Mondiale pour l'Alimentation et l'Agriculture).2008. Joint Fao/Who Expert Fao. 2008.** Diagnostic De La *Brucellose* [En Ligne]
31. **Faye B., Castel V., Lesnoff M., Rutabinda D., Dhalwa J.2005,** Tuberculosis and *brucellosis* prevalence survey on dairy cattle in Mbarara milk basin (Uganda). *Prev. Vet. Med.*, **67**, 267-281.
32. **Foster, G., B. S. Osterman, J. Godfroid, I. Jacques and A. Cloeckert 2007.** "Brucella ceti sp. nov. and Brucella pinnipedialis sp. nov. for Brucella strains with cetaceans and seals as their preferred hosts." *Int J Syst Evol Microbiol* 57(Pt 11): 2688-2693 DOI: 10.1099/ijs.0.65269-0.
33. **Gagnière J.-P. et al. 2010.** La *brucellose* animale, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises ; Merial (Lyon),. 49 p
34. **Garin-Bastuji B, Millemann Y. 2008.** La *brucellose*, in : Maladies des bovins. Institut de l'élevage. 4ème Edition, France Agricole. 80-83.
35. **Garin-Bastuji, B. 2003,** La *brucellose* Ovine et caprine. *Le point vétérinaire*. mai, 235, pp. 22-26.
36. **Garin-Bastuji, B., J. Hars, A. Drapeau, M. A. Cherfa, Y. Game, J. M. Le Horgne, S. Rautyreau, E. Maucci, J. J. Pasquier, M. Jay and V. Mick 2014.** "Reemergence of *Brucella melitensis* in Wildlife, France." *Emerging Infectious Diseases* 20(9): 1570-1571 DOI: 10.3201/eid2009.131517.
37. **Godfroid et al., 2003,** *Brucellose* bovine in: 'principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes', tome 2, édition Lavoisier, paris, 869-886 p.
38. **Godfroid J 1999.** Saergerman C., Vo T.-K.O., De Waele L., Gilson D., Bastin A., Dubray G., Flanagan P., Limet J.N., Letesson J.J. &. *Diagnosis Of Bovine Brucellosis By Skin Test: Conditions For The Test And Evaluation Of Its Performance.* *Vet. Rec.*, 145, 214–218
39. **Godfroid, J., Nielsen, K., & Saergerman, C. 2010.** *Diagnosis Of Brucellosis In Livestock And Wildlife.* *Croatian Medical Journal*, 51(4), 296–305.
40. **Hailesilassie M, Shewit K, Moses K, 2010.** Serological survey of bovine *brucellosis* in barka and arado breeds (*Bos indicus*) of Western Tigray, Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine*, 94 (1-2): 28-35.
41. **Halling, S., & Boyle, S. 2002.** Foreword (Editorial). *Vet. Microbiol.*, 90, 1–4.

42. **Hamburger J, Godeau P, Bletry O, Guilleuim L, Herson. 1981.**\_Traité de médecine\_Tome 2\_ p. 1420.  
[Http://Www.Oie.Int/Fileadmin/Home/Esp/Health\\_Standards/Tahm/2.01.04\\_Brucellosis.Pdf](http://Www.Oie.Int/Fileadmin/Home/Esp/Health_Standards/Tahm/2.01.04_Brucellosis.Pdf)  
[en 12/08/2020](#)
43. **Hull, N. C. and B. A. Schumaker 2018.** "Comparisons of *brucellosis* between human and veterinary medicine." *Infect Ecol Epidemiol* 8(1): 1500846 DOI: 10.1080/20008686.2018.1500846
44. **Ibrahim N., Belihu K., Lobago F., Bekena M.2010,** Sero-prevalence of bovine *brucellosis* and risk factors in Jimma zone of Oromia Region, South-western Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* **42**, 35-40.
45. **INSP (Institut national de la santé publique).** Relevé épidémiologique mensuel. Algérie. Ministère de la Santé et de la Population.2017. 18(5):1
46. **John K., Fitzpatrick J., French N., Kazwala R., Kambarage D., Mfinanga S.G., Acmillan. A., Cleaveland S.2010,** Quantifying Risk Factors for Human *Brucellosis* in Rural Northern Tanzania. *PLoS ONE*, 5, e9968, doi: 10.1371/journal.pone.0009968.
47. **Kaaboub El Aid, Nassim Ouchene, Nadjet Amina Ouchene-Khelifi and Djamel Khelef, 2019.** Serological and histopathological investigation of *brucellosis* in cattle in Medea region, Northern Algeria. *Veterinary World*, 12(5): 713-718.
48. **Kang, G. J., Gunaseelan, L., & Abbas, K. M. 2014.** Epidemiological Modeling Of Bovine *Brucellosis* In India. *Proceedings: ... IEEE International Conference On Big Data. IEEE International Conference On Big Data*, 6–10.
49. **Khettab et al. , 2010,** La brucellose, mémoire de fin de cycle, université de Tlemcen, 30 p.
50. **Lefèvre P.C, Blancou J, Chermette R. 2003.** Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail: Europe et régions chaudes. Tome 2. Edition médicale internationale. pp: 869-870.
51. **Lounes n. et Bouyoucef A. 2009.** Dépistage de la *brucellose* bovine dans la région centre durant dix ans de lutte. Ateliers d'épidémiologie animale, département des sciences vétérinaires, Université Saad Dahleb de Blida.
52. **Lucchese L, Benkirane A, Hakimi I, El Idrissi A, Natale A. 2016.** Seroprevalence study of the main causes of abortion in dairy cattle in Morocco. *Veterinaria Italiana.* (52): 13-19.
53. **Macmillan, A. 1990.** Conventional serological tests. In K. Nielsen & J. Duncan (Eds.), *Animal Brucellosis* (pp. 153–197). Boca Raton: CRC.
54. **Mellado, A. 1996.** Género *Brucella*, *Legionella* y *Pasteurella*. In J. García-Rodríguez & J. Picazo (Eds.), *Microbiología Médica* (pp. 267–278). España.
55. **Miguel, M. J., C. M. Marin, P. M. Munoz, L. Dieste, M. J. Grillo and J. M. Blasco 2011.** "Development of a selective culture medium for primary isolation of the main *Brucella species*." *J Clin Microbiol* 49(4): 1458-1463 DOI: 10.1128/jcm.02301-10.

56. Neta AVC, Mol JPS, Xavier MN, Paixão TA, Lage AP, 2010, Santos RL. Pathogenesis Of Bovine *Brucellosis*. The Veterinary Journal. 184 (2): 146-155.
57. Neta AVC, Mol JPS, Xavier MN, Paixão TA, Lage AP, Santos RL. .2009. Pathogenesis of bovine *brucellosis*. The Veterinary Journal. 2010. 184 (2): 146-155. doi:10.1016/j.tvjl.04.010.
58. Nicoletti, P. 1980. The Epidemiology Of Bovine *Brucellosis*. Advances In Veterinary Science And Comparative Medicine, 24, 69–98.
59. Nielsen, K. 2002. Diagnosis Of *Brucellosis* By Serology. Veterinary Microbiology, 90(1), 447–459.
60. OIE (Office International des Épizooties) 2017. Extraits de Santé animale mondiale. Office International des Épizooties.
61. OIE 2004. Office International Des Epizooties Chapitre 2.3.1: Bovine *Brucellosis* In: Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 13ème édition,
62. OIE, (Office International des Épizooties) 2016. *Brucellosis*. In : Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres. Version adoptée en mai. Éd., Office International des Épizooties, Paris, 2018. 2 : 355-398.
63. OIE, 2008. *Brucellose* des bovines et des petites ruminants, diagnostic, prophylaxie et vaccination chapitre 2.2.5 Pp589-591
64. OIE, 2009. Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres de l'OIE : *Brucellose* bovine. In: Assemblée Mondiale des Délégués de l'OIE, Paris
65. OIE, 2014 Des Tests De Diagnostic Et Des Vaccins Pour Les Animaux Terrestres <https://www.oie.int/doc/ged/D13940.PDF> en 04/08/2020
66. OIE, 2016. Chapter 2.1.4 *Brucellosis (Brucella Abortus, B. Mellitensis And B. Suis)*. Retrieved July 20, From
67. OIE, 2020. Santé animale dans le monde, Brucellose. <https://www.oie.int/fr/sante-animale-dans-le-monde/maladies-animales/brucellose/> en 12/08/2020
68. OIE. 2009. Bovine *brucellosis*. In: OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals: Mammals, Birds and Bees. 7th Edn. Office International des Épizooties, Paris, France,
69. OIE. 2016. "*Brucellosis (Brucella abortus, B. melitensis and B. suis)*(Infection with *B. abortus, B. melitensis* and *B. suis*)." Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, from [http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health\\_standards/tahm/2.01.04 BRUCELLOSIS.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/2.01.04_BRUCELLOSIS.pdf) en 30/08/2020.
70. Oie. 2018. Chapter 3.1.4 *Brucellosis (Brucella Abortus, B. Mellitensis And B. Suis)*.
71. Olsen S, Tatum F. 2010. Bovine *brucellosis*. Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice. 26 (3): 15-27.

- 72. Poester F, Gonçalves VS, Pereira Lage AP. 2002, *Brucellosis* in Brazil. Veterinary Microbiology; 90(1- 4):55-62.**
- 73. Roop MR II, Bellaire BH, Valderas MW, 2004, Cardelli AJ. Adaptation Of The *Brucellae* To Their Intracellular Niche. Molecular Microbiology. 52 (3) : 621–630.**
- 74. Roop MR II, Gaines MJ, Anderson ES, Caswell CC, Martin DW. 2009, Survival of the fittest : how *Brucella* strains adapt to their intracellular niche in the host. Med Microbiol Immunol. November. 198 (4): 221–238. doi : 10. 1007/ s0 0430-009-0123 8.**
- 75. Saegerman C., Berkvens D., Godfroid J., Walravens K. 2010, Bovine *brucellosis*. In : Lefèvre P.-C., Blancou J., Chermette R., Uilenberg G. (Eds), Infectious and parasitic diseases of livestock. Editions Médicale Internationales : Paris, 971- 1001.**
- 76. Saegerman, C., Berkvens, D., Godfroid, J., & Walravens, K. 2010. Bovine *Brucellosis*. In P. Lefèvre, J. Blancou, R. Chermette, & G. Uilenberg (Eds.), Infectious And Parasitic Disease Of Livestock (Pp. 991–1021). France: Lovoisier**
- 77. Schelling E., Diguimbaye C., Daoud S., Nicolet J., Boerlin P., Tanner M., Zinsstag J.2003, *Brucellosis* and Q-fever of nomadic pastoralist and their livestock in Tchad. Prev. Vet. Med., 61, 279-293.**
- 78. Scholz, H. C., K. Nockler, C. Gollner, P. Bahn, G. Vergnaud, H. Tomaso, S. Al Dahouk, P. Kampfer, A. Cloeckart, M. Maquart, M. S. Zygmunt, A. M. Whatmore, M. Pfeffer, B. Huber, H. J. Busse and B. K. De 2010. "*Brucella* inopinata sp. nov., isolated from a breast implant infection." Int J Syst Evol Microbiol 60(Pt 4): 801-808 DOI: 10.1099/ijs.0.011148-0.**
- 79. Scholz, H. C., S. Revilla-Fernandez, S. Al Dahouk, J. A. Hammerl, M. S. Zygmunt, A. Cloeckart, M. Koylass, A. M. Whatmore, J. Blom, G. Vergnaud, A. Witte, K. Aistleitner and E. Hofer. 2016. "*Brucella* vulpis sp. nov., isolated from mandibular lymph nodes of red foxes (*Vulpes vulpes*)." Int J Syst Evol Microbiol 66(5): 2090-2098 DOI: 10.1099/ijsem.0.000998.**
- 80. Scholz, H. C., Z. Hubalek, I. Sedlacek, G. Vergnaud, H. Tomaso, S. Al Dahouk, F. Melzer, P. Kampfer, H. Neubauer, A. Cloeckart, M. Maquart, M. S. Zygmunt, A. M. Whatmore, E. Falsen, P. Bahn, C. Gollner, M. Pfeffer, B. Huber, H. J. Busse and K. Nockler 2008. "*Brucella* microti sp. nov., isolated from the common vole *Microtus arvalis*." Int J Syst Evol Microbiol 58(Pt 2): 375-382 DOI: 10.1099/ijs.0.65356-0.**
- 81. Stack, J. A., M. Harrison and L. L. Perrett 2002. "Evaluation of a selective medium for *Brucella* isolation using natamycin." J Appl Microbiol 92(4): 724-728**
- 82. Terefe Y, Girma S, Mekonnen N, Asrade B. 2017. *Brucellosis* and associated risk factors in dairy cattle of eastern Ethiopia. Trop Anim Health Prod.; 49: 599–606.**
- 83. Tesfaye G, Tsegaye W, Chanie M, Abinet F, 2011. Seroprevalence and associated risk factors of bovine *brucellosis* in Addis Ababa dairy farms, Tropical Animal Health and Production, 43 (5): 1001- 1005.**

- 84. Traoré A., Hamidou H.T., Balé B., David W.R., Nongasida Y., Moumouni S. 2004,** Prévalence globale des pathologies majeures liées à la production laitière bovine en système d'élevage intraurbain à Hamdallaye (Ouagadougou). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **8**, 3-8.
- 85. Verger JM, Grimont F, Grimont PAD, Grayon M. 1985.** *Brucella*, a monospecific genus as shown by deoxyribonucleic acid hybridization. *International Journal of Systematic Bacteriology.*; 35:292-295.
- 86. Whatmore, A. M., N. Davison, A. Cloeckert, S. Al Dahouk, M. S. Zygmunt, S. D. Brew, L. L. Perrett, M. S. Koylass, G. Vergnaud, C. Quance, H. C. Scholz, E. J. Dick, Jr., G. Hubbard and N. E. Schlabritz-Loutsevitch 2014.** "*Brucella papionis* sp. nov., isolated from baboons (*Papio* spp.)." *Int J Syst Evol Microbiol* 64(Pt 12): 4120-4128 DOI: 10.1099/ijms.0.065482-0.
- 87. Yahia A., K. Hamrat , K. Saidani and R. Kaidi. 2018.** Seroprevalence and risk factors of bovine *brucellosis* in the province of Djelfa (ALGERIA). *Indian J. Anim. Res.* [www.arccjournals.com/www.ijaronline.in](http://www.arccjournals.com/www.ijaronline.in) en 24/07/2020
- 88. Zamri-Saad M, Kamarudin MI. 2016.** Control of animal *brucellosis*: the Malaysian experience. *Asian Pac J Trop Med.*; 9: 1136–40. <https://doi.org/10.1016/j.en> 24/07/2020

## **Annexe 1**

### **Matériel de prélèvements**

- o Les gants
- o Les aiguilles
- o Des portes aiguilles

Des tubes vacutainer

- o Une glacière
- o Portoirs

### **Matériel pour traitement et récolte des sérums**

- o Pipettes pasteur
- o Centrifugeuse
- o Tubes Eppendorf identifiés
- o La poire de pipetage
- o Une micropipette
- o Portoirs
- o Embouts à usage unique
- o Congélateur

## Annexe 2

### QUESTIONNAIRE POUR ELEVEURS DE BOVINS

#### Identification de l'élevage : N°

Nom de l'éleveur:.....

Commune: .....

Daira : .....

Adresse: .....

#### • Caractéristiques des élevages

Critères	Réponses
<b>Effectif</b>	
<10 têtes	
[10-20]	
>20 têtes	
<b>localisation de la ferme</b>	
Rurale	
urbaine	
<b>La ferme est clôturée</b>	
complètement	
partiellement	
<b>Présence d'un box de vêlage</b>	
Oui	
Non	
<b>Présence d'aire d'exercice/ pâturage</b>	
Oui	
Non	
<b>Contact des bovins avec ceux des fermes voisines.</b>	
Oui	
Non	
<b>Présence d'autres espèces animales</b>	
Non	
Ovins	
Caprins	
Chien et chats	
<b>Hygiène de l'étable</b>	
Satisfaisante	
Non satisfaisante	

### Annexe 3

- **Pratiques et conduite de l'élevage**

Critères	Réponses
<b>Mode de reproduction</b>	
Saillie naturelle	
IA	
les deux	
<b>Renouvellement des Bv</b>	
auto renouvellement	
Achat du marché	
<b>Devenir du placenta après vêlage</b>	
jeté	
enterrés	
<b>Devenir des avortons</b>	
jetés	
enterrés	
<b>Isolement des femelles qui ont avorté</b>	
Non	
Oui	
<b>Conduite face à l'endroit de vêlage ou d'avortement</b>	
Lavage à l'eau seulement	
Désinfection	
Aucune mesure	
<b>Conduite face au matériel de vêlage (cordes, lacs...)</b>	
Aucune mesure	
Lavage à l'eau	
Désinfection	

- **Statut abortif des élevages**

Critères	Réponses
<b>Présence d'avortements dans les 3 dernières années</b>	
Non	
1 avortement isolé unique	
Plus	
<b>Des problèmes de fertilité</b>	
Oui	
Non	
<b>Présence de mortinatalité</b>	
Oui	
Non	

