



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Biologiques  
**Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale**

# THESE

**Présentée**

**Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences.**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Microbiologie**

**Thème**

**Enquête épidémiologique  
de la brucellose animale et humaine.  
Cas de la Wilaya de Mostaganem**

Soutenue publiquement le 13 Juin 2019 par

**Nadra SIDHOUM épouse RECHIDI**

Devant les membres du jury composé de :

<b>Pr. Abdelkader HOMRANI</b>	Président	Université de Mostaganem
<b>Pr. Abdellatif NIAR</b>	Directeur de thèse	Université de Tiaret
<b>Pr. Ahmed Mohamed Ali BEKADA</b>	Examineur	Université de Tissemsilt
<b>Pr. Nabil MENOUERI</b>	Examineur	Université de Blida
<b>Pr Mansouria BELHOCINE</b>	Examineur	Université de Mostaganem
<b>Pr. Saïd NEMICHE</b>	Examineur	Université de Mostaganem
<b>Mr Mounir ZERHOUNI</b>	Invité d'honneur	Médecin vétérinaire

**Année universitaire 2018-2019**



## Remerciements

À Monsieur **Abdellatif NIAR**, Professeur en Biologie de la Reproduction, Doyen de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, pour avoir bien voulu diriger ce travail de recherches. Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance ainsi que mes sincères remerciements.

À Monsieur **Abdelkader HOMRANI**, Professeur en Sciences Agronomiques, Directeur du Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale, de l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, pour ses encouragements et pour avoir bien voulu présider le jury de cette thèse.

À Monsieur **Ahmed Mohamed Ali BEKADA**, Professeur en Biologie au Centre Universitaire El-Wancharissi de Tissemsilt,

À Monsieur **Nabil MENOUERI**, Professeur en Microbiologie, Directeur de l'Institut des Sciences Vétérinaires de l'Université Saâd Dahlab de Blida,

À Madame **Mansouria BELHOCINE**, Professeur en Physiologie de la Reproduction à l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem,

À Monsieur **Saïd NEMICHE**, Professeur en Biologie à l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem,

**Pour avoir bien voulu accepter de juger cette thèse, vifs remerciements.**

À Monsieur **Bruno GARIN-BASTUJI**, Docteur Vétérinaire, Phd, Chef de l'Unité Zoonoses Bactériennes au Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Pathologie Animale et Zoonoses de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, pour m'avoir accueilli dans les meilleures conditions, dans son Laboratoire de Référence OIE/FAO pour la brucellose (Maisons-Alfort, France).

À Monsieur **Djilali BOUCHERF**, Docteur en Droit, Docent à l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem pour m'avoir prêté aide et assistance dans la réalisation de cette thèse.

À Monsieur **Rabah CHADLI**, Professeur en Biologie à l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, pour son soutien moral et son accompagnement dans les démarches administratives.

À Monsieur **Mounir Nour El Yakine ZERHOUNI**, Médecin vétérinaire, secrétaire général de Organisation mondiale du cheval Barbe, Algérie,

À Monsieur **Abdellatif OUCHERIF**, Médecin spécialiste en maladies infectieuses et parasitaires au Centre hospitalier Che Guevara de Mostaganem,

**Pour m'avoir aidé dans mon travail et d'avoir accepté d'être mes invités d'honneur,**

À l'ensemble de mes collègues du Laboratoire des Sciences et techniques de production Animale,

À Monsieur **Laadjal ADALA**, Professeur en Sciences Économiques pour ses conseils et son soutien moral.

À tous ceux que j'ai rencontré, qui m'ont soutenu et ont accepté de collaborer à cette thèse, et avec qui j'ai eu le plaisir de travailler, notamment :

Messieurs les **Directeurs** de la Direction des services agricoles de la Wilaya de Mostaganem, les **Inspectrices**, Mesdames **N.HECHELEF**, **C.BENTAIB**, les **Inspectrices Vétérinaires**, les **Inspecteurs Vétérinaires et les Médecins Vétérinaires** du secteur privé,

À Madame **F.RHIMI**, médecin spécialiste en maladies infectieuses et parasitaires au Centre hospitalier Che Guevara de Mostaganem et Monsieur **M.ETTALHI**, médecin spécialiste en hématologie au Centre hospitalier de Ain Tedless de Mostaganem,

À Madame **A.BOUGHOUFALAH**, Médecin, responsable de la surveillance des maladies transmissibles auprès de l'Institut National de la Santé Publique, qui a mis à ma disposition la documentation nécessaire pour ma recherche,

Au personnel de la Bibliothèque Nationale Centrale d'El HAMMA, Alger,

À l'ensemble du personnel administratif et collègues de l'Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, en particulier à Monsieur **Mekherbeche**.

**Pour m'avoir prêté assistance dans mon travail et pour leur soutien.**

À tous les agriculteurs pour m'avoir accordé de leur temps,

À mes enseignants,

À mes étudiants,

Aux membres et aux adhérents de l'association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales de Maisons-Alfort (France), et à ceux de la section que je représente en Algérie,

À toutes les personnes que je n'ai pas pu citer.

**La persévérance est une des qualités indispensables pour réussir dans la vie,  
quelque soit le but à atteindre**

*« John Rockefeller »*

**Au Peuple Algérien, pour sa bravoure,  
pour des jours meilleurs, pour les futures générations.**

À la mémoire de mon beau-frère Mustapha-EI-Mehdi EL AFFIFI, parti trop tôt,

À la mémoire de mon père, qui avait toujours œuvré pour ses enfants, il nous a quittés trop tôt, paix soit sur son âme,

À ma mère, avec toute ma gratitude et tout mon amour, c'est grâce à toi que je suis arrivée à ce stade,

À mon époux, Nour Eddine, merci pour ta patience et en témoignage de mon profond amour,

À mes sœurs, Jamila, Faouzia, Hayat et Amel et à mes frères, Seif Eddine, AbdelKhalek et Zoheir, pour les bons moments passés ensemble dans notre jeunesse, merci de toujours me soutenir et m'encourager,

À mes enfants, Nadjib, Nadia et Nadjat, avec toute ma tendresse, merci pour votre soutien, vous êtes ma motivation,

À Mes gendres, Wahid Mellouk et Djamel Ghezal, avec toute mon affection,

À mes petits-enfants, Manel, Samy, Anis, Rayane, Mayssane et Wissem, et à ceux qui viendront après..., vous êtes ma joie de vivre, je vous adore,

À mon beau-frère Amar Hadj Arab, avec tout mon respect,

À mes belles-sœurs Sihem, Yamina et Radia, avec toute mon estime,

À mes neveux, nièces, leurs maris et enfants, avec toute ma tendresse,

À toute ma famille,

À mes amis et amies, je ne citerais pas de nom, de peur d'en oublier quelques uns, merci pour vos encouragements.

À l'équipe des Professeurs MF Mesli et M Bouziani du Laboratoire de Biostatistiques de la Faculté de Médecine de l'Université d'Oran, ainsi qu'à la promotion de la formation du CES 2011-2013.

## **Cette thèse a fait l'objet des travaux suivants:**

↗ **d'un projet CNEPRU n°I02220060057/2007** : Étude épidémiologique et évaluation des contaminants environnementaux dans la région de Mostaganem : cas de la brucellose.

↗ **de communications orales et affichées :**

- **Communications nationales orales :**

- N.Rechidi-Sidhoum, L.Kouri et A.Niar. Séroprévalence de la brucellose animale dans la Wilaya de Mostaganem. 21ème Congrès National Vétérinaire. « Situation Zoosanitaire en Algérie ». 18 et 19 décembre 2010. Institut Pasteur d'Algérie, Dély Brahim, Algérie.
- N.Rechidi-Sidhoum. Les zoonoses, dépistage et impact économique sur la santé humaine et animale : cas de la brucellose. «L'innovation pour la compétitivité et le développement : quelles perspectives pour un décollage réussi en Algérie». Colloque national sur l'innovation, 16 au 19 avril 2012. Bordj El Kiffan, Algérie.
- N.Rechidi-Sidhoum, N.Benzine, A.Homrani et A.Niar. L'application des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine à Mostaganem. Vème Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 7 et 8 mai 2014. Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, Algérie.
- N.Rechidi-Sidhoum, L.Kouri, A.Homrani et A.Niar. Séroprévalence de la brucellose chez les ruminants dans la Wilaya de Mostaganem et facteurs associés. VIIèmes Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 27 et 28 avril 2017. Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, Algérie.

- **Communication nationale affichée :**

- N.Rechidi-Sidhoum, N.Rechidi et A.Homrani. Typologie des élevages de la wilaya de Mostaganem et, caractérisation physicochimique et bactériologique du lait depuis la ferme jusqu'à la laiterie. Vème Journées Scientifiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 7 et 8 mai 2014. Université Abdelhamid Ben Badis de Mostaganem, Algérie.

- **Communication internationale orale :**

- N.Rechidi-Sidhoum, N.Benzine et A.Niar. Séroprévalence de la brucellose bovine à Mostaganem (Algérie) durant l'année 2012. Journées scientifiques de l'association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales, 25 mars 2016, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, France.

- **Communications internationales affichées :**

- N.Rechidi-Sidhoum. Géopositionnement par satellite et épidémiologie de la brucellose bovine dans la wilaya de Mostaganem, Algérie. The second International Conference on Biotechnology. « Biotech World 2010: Startups et Biotechnology». 26-29 avril 2010. Oran, Algeria.

- N.Rechidi-Sidhoum, A.Niar. Prevalence of animals brucellosis in the Wilaya of Mostaganem, Algeria. Prato Conference on the pathogenesis of bacterial diseases of animals. 6-9 october 2010. Prato, Italy.
- N.Rechidi-Sidhoum et A.Homrani. Qualité sanitaire et hygiénique du lait cru vendu dans les commerces fixes de la vile de Mostaganem. 2nd International Congress of Plant Diversity held at Marrakech from 27 to 29 mars 2014.

↪ **D'un Mémoire soutenu pour l'obtention du Certificat d'Etudes Supérieures en Biostatistiques.** Laboratoire de Biostatistiques, Faculté de Médecine, Université d'Oran (2012-2013) :

- Nadra Rechidi-Sidhoum. 2013. Enquête rétrospective sur l'avortement brucellique chez les bovins laitiers à Mostaganem, de 2008 à 2012. 70p.

↪ **D'une publication internationale :**

- Serological diagnosis of brucellosis at the ruminants in Mostaganem (Algeria), **Nadra Rechidi-Sidhoum, Abdelatif Niar, Said Nemmiche, Abdelkader Homrani.** International Journal of Biosciences , Vol. 12, No. 5, 271-278, 2018. Lien : <http://www.innspub.net/ijb/serological-diagnosis-brucellosis-ruminants-mostaganem-algeria>

## RÉSUMÉ

La présente recherche est réalisée dans la région de Mostaganem et a pour objectifs ; la description des caractéristiques zootechniques des exploitations bovines laitières, la recherche sérologique de la brucellose chez les ruminants et chez l'homme, de déterminer l'origine des contaminations et de situer la maladie dans l'espace. La fréquence des avortements parmi le cheptel bovin laitier et l'effectivité des tests sérologiques utilisés au niveau de cette espèce sont également étudiés. L'étude montre que les taux de séroprévalences chez les bovins sont de 0,97% au niveau animal et de 3,34% au niveau troupeau. La séropositivité est significativement plus élevée ( $p=7,77 \cdot 10^{-5}$ ), chez les mâles (16,0%) que chez les femelles (0,84%). La brucellose est prévalente dans les zones étudiées, bien qu'il n'y ait aucun effet probant sur le taux de l'infection par zone étudiée ( $\chi^2=0,82$  ;  $p=0,66$ ). Les taux de séroprévalence à l'échelle troupeau ne sont pas significativement différents ( $p=0,20$ ) entre les caprins (17,5%) et les ovins (7,69%), mais significativement plus élevés au niveau individuel ( $\chi^2=4,83$ ;  $p=0,03$ ) chez les caprins (5,23%) que chez les ovins (2,22%). Ces résultats représentent des taux assez élevés chez les trois espèces, en particulier au niveau troupeau. La synthèse de la recherche sur le terrain, indique que la brucellose est présente dans 25% des troupeaux, avec un taux d'avortement d'environ 10% et l'existence d'une relation très significative entre la contamination des troupeaux et le type d'élevage ( $p=0,002$ ), en faveur du système semi-extensif. Les résultats de l'évaluation des tests sérologiques suggèrent l'utilisation du test au Rose Bengale comme épreuve unique pour le diagnostic de la maladie en Algérie. Chez l'homme, les résultats montrent que la maladie est endémique, plus fréquente en zone rurale (19%) comparativement à la zone urbaine (3%). Des taux très élevés sont observés chez les personnes à risques (38%) et chez les donneurs de sang (8%). Les hommes sont plus touchés par la maladie que les femmes (sexe ratio H/F=2,4). Le mode de contamination par consommation de lait cru et de ses produits dérivés crus provenant de bovins ou de caprins, semble être le plus important, suivi par un contact direct avec des animaux d'élevages atteints de brucellose.

**Mots clés** : Brucellose, épidémiologie, humain, ruminants, sérologie.

## ملخص

هذا البحث تم إنجازه في ولاية مستغانم و يستهدف الغايات التالية؛ وصف مميزات الحيوانات في مزارع الأبقار الحلوب، الفحص المصلي لمرض البروسيلا على مستوى الحيوانات المجترة و عند البشر، تحديد أصل الملوثات و انتشار العدوى . كما تمت دراسة تواتر حالات الإجهاض بين قطيع الألبان وفعالية الاختبارات المصلية المستخدمة لهذا النوع. أظهرت الدراسة، أن معدلات الانتشار المصلي في الماشية هي 0.97% على مستوى الحيوان و 3.34% على مستوى القطيع. كانت إيجابية المصل مرتفعة بصفة معنوية ( $p=7.77 \cdot 10^{-5}$ ) أكثر عند ذكور الأبقار (16.0%) منه، عند الأبقار. (0.84%). إن داء البروسيلا سائد في مناطق الدراسة، على الرغم من عدم وجود تأثير قاطع على نسبة الإصابة لكل منطقة محل الدراسة (  $\chi^2=0.82$  ،  $p=0.66$  ). لم تكن نسب الانتشار المصلي على مقياس القطيع مختلفة اختلافاً معنويًا ( $p=0.20$ ) بين الماعز (17.5%) والأغنام (7.69%) ، ولكنها أعلى بكثير على المستوى الفردي ( $p=0.03$  ،  $\chi^2=4.83$ ) في الماعز (5.23%) مما هي عليه في الأغنام (2.22%). تمثل هذه النتائج نسب نوعاً ما مرتفعة في جميع الأنواع الثلاثة، خاصة على مستوى القطيع. تحليل البحث الميداني يظهر أن داء البروسيلا موجود في 25% من القطعان، مع معدل إجهاض يبلغ حوالي 10% ووجود علاقة جد معنوية ما بين تلوث القطيع وطريقة تربية الأبقار ( $p=0.002$ ) ، على حساب نظام واسع النطاق . نتائج تقييم الاختبارات المصلية تقترح استخدام اختبار الـ روز بنغال (Test au Rose Bengale) كاختبار فردي لتشخيص المرض في الجزائر. عند البشر، تبين النتائج أن المرض مستوطن، أكثر انتشاراً في المنطقة الريفية (19%) مقارنة بالمنطقة الحضرية (3%). قد لوحظت نسب مرتفعة للغاية عند الأشخاص المعرضين للخطر (38%) وعند المتبرعين بالدم (8%). الرجال أكثر تأثراً بالمرض من النساء (نسبة الجنس ر/ن = 2.4). يبدو أن طريقة التلوث باستهلاك الحليب الخام ومشتقات الألبان المنتجة عن الأبقار و الماعز هي الأهم، يليها الاتصال المباشر مع حيوانات المزرعة التي تعاني من داء البروسيلا.

**الكلمات المفتاحية:** بشر، داء البروسيلا، علم الإوبئة، الفحص المصلي، المجترات .

## Abstract

This research is carried out in the region of Mostaganem and intended to describe the zootechnical characteristics of cattle dairy farms, the serological investigation of brucellosis in ruminants and humans, to determine the origin of the contaminations and to locate the disease in space. The frequency of abortions among the dairy cattle herd and the effectiveness of the serological tests used for this species are also studied. The study shows that seroprevalence rates in cattle reached 0.97% at the animal level and 3.34% at the flock level. Seropositivity is significantly higher ( $p=7.77 \cdot 10^{-5}$ ), in males (16.0%) than in females (0.84%). Brucellosis is prevalent in areas studied, although there is no significant effect on the rate of infection per study area ( $\chi^2=0.82$ ,  $p=0.66$ ). Seroprevalence rates at herd are not significantly different ( $p=0.20$ ) between goats (17.5%) and sheep (7.69%), but significantly higher individually ( $\chi^2= 4.83$ ,  $p=0.03$ ) among the goats (5.23%) than in sheep (2.22%). These results represent fairly high rates in all three species, particularly at the flock level. The synthesis of field research indicates that brucellosis is present in 25% of herds, with an abortion rate of around 10% and the existence of a very significant relationship between herd contamination and breeding type ( $p=0.002$ ), in favor of the semi-extensive system. The results of the serological tests evaluation suggest the use of Rose Bengal test as unique test for the detection of disease in Algeria. In humans, the results show that the disease is endemic, more frequent in rural areas (19%) compared to the urban area (3%). Very high rates were observed among people at risk (38%) and in blood donors (8%). Men are more affected by the disease than women (sex ratio M/F=2.4). The mode of contamination by consuming raw milk and its raw derived products from cattle or goats seems to be the most important, followed by direct contact with farm animals infected by brucellosis.

**Key words:** Brucellosis, epidemiology, human, ruminants, serology.

# Sommaire

## Page

Abréviations, sigles et acronymes	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	
Introduction.....	13
Première partie. Etude bibliographique .....	18
Chapitre I. Généralités sur l'élevage en Algérie.....	19
Chapitre II. Généralités sur la Brucellose .....	25
Chapitre III. Situation Géographique .....	33
Chapitre IV. Pathogénèse et mécanisme de l'infection .....	48
Chapitre V. Manifestations cliniques et lésions.....	53
Chapitre VI. Épizootologie des brucelloses animales.....	62
Chapitre VII. Épidémiologie de la brucellose humaine .....	65
Chapitre VIII. Transmission .....	68
Chapitre IX. Diagnostic.....	71
Chapitre X. Traitement et prophylaxie .....	76
Deuxième partie. Recherche expérimentale.....	82
Chapitre I. Matériel et méthodes.....	83
Chapitre II. Résultats .....	96
Chapitre III. Discussion.....	119
Conclusion.....	137
Annexes.....	140
Références .....	151
Publication .....	167
Table des matières .....	169

## Abréviations, sigles et acronymes

<b>AFSSA</b>	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
<b>ANIREF</b>	Agence Nationale d'Intermédiation et de la Régulation Foncière
<b>ANS</b>	Agence Nationale de la Santé
<b>B</b>	<i>Brucella</i>
<b>BLA</b>	Bovins laitiers améliorés
<b>BLM</b>	Bovins laitiers modernes
<b>CDC</b>	Centers for Disease Control
<b>CERVA</b>	Centre d'Etude et de Recherches Vétérinaires et Agronomiques
<b>CHPG</b>	Centre Hospitalier Princesse de Grâce
<b>CNRG</b>	Commission Nationale des Ressources Génétiques
<b>DAJR</b>	Direction des Affaires Juridiques et de la Règlementation
<b>DELM</b>	Direction de l'Épidémiologie et de Lutte contre les Maladies
<b>DGPPS</b>	Direction Générale de la Prévention et de la Promotion de la Santé
<b>DSA</b>	Direction des Services Agricoles
<b>DSPG</b>	Direction de la Santé Public de Ghardaïa
<b>DSPM</b>	Direction de la Santé et de la Population de Mostaganem
<b>DSV</b>	Direction des Services Vétérinaires
<b>DTSR</b>	Direction technique chargée des statistiques régionales de l'agriculture et de la cartographie
<b>EAT</b>	Épreuve à l'Antigène Tamponné
<b>ECDPC</b>	European Centre for Disease Prevention and Control
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority
<b>FAO</b>	Food Alimentation Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
<b>FPA</b>	Fluorescence polarisation assay
<b>HAT</b>	Hôpital de Ain Tedless
<b>HCG</b>	Hôpital Che Guevara
<b>HPA</b>	Health Protection Agency
<b>i-ELISA</b>	Indirect Enzyme-Linked Immuno Sorbant Assay

<b>INS</b>	Institut National de la Statistique
<b>INSP</b>	Institut national de la santé publique
<b>InVS</b>	Institut De Veille Sanitaire
<b>IPA</b>	Institut Pasteur d'Alger
<b>LPS</b>	Lipopolysaccharides
<b>LPS-R</b>	Lipopolysaccharides rugueux
<b>LPS-S</b>	Lipopolysaccharides lisse
<b>MADR</b>	Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire
<b>MSP</b>	Ministère de la Santé et de la Population
<b>OIE</b>	Office International des Épizooties
<b>ONIL</b>	Office national intersectoriel du lait
<b>ONM</b>	Office National de météorologie
<b>ONS</b>	Office National des statistiques
<b>ONSSA</b>	Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires
<b>PA</b>	Prévalence apparente
<b>PCR</b>	Polymérase Chain Réaction
<b>RFC</b>	Réaction de Fixation du Complément
<b>RSFP</b>	Réactions Sérologiques Faussement Positives« atypiques »
<b>RT</b>	Ring-Test
<b>S.A</b>	Sérums Analysés
<b>SAT</b>	Séro Agglutination en Tube
<b>SAW</b>	Séro Agglutination de Wright
<b>Se</b>	Sensibilité
<b>Sp</b>	Spécificité
<b>TRB</b>	Test au Rose Bengale
<b>VPN</b>	Valeur prédictive négative
<b>VPP</b>	Valeur prédictive positive
<b>WHO</b>	World Health Organisation

# Liste des tableaux

## Page

<b>Tableau I.</b> Caractéristiques des espèces de <i>Brucella</i> et leurs hôtes naturels* (El-Sayed et Awad, 2018). .....	29
<b>Tableau II.</b> Symptômes et signes chez 500 patients atteints de brucellose à <i>B.melitensis</i> (Madkour <i>et al.</i> , 2001). .....	58
<b>Tableau III.</b> Prédications de la Se et la Sp des tests évalués pour la brucellose bovine selon une méta-régression logistique (EFSSA, 2007). .....	90
<b>Tableau IV.</b> Distribution des troupeaux selon l'agrément sanitaire. ....	99
<b>Tableau V.</b> Distribution des troupeaux selon le type d'élevage. ....	100
<b>Tableau VI.</b> Situation hygiénique des exploitations. ....	100
<b>Tableau VII.</b> État hygiénique et caractéristiques de la litière des étables. ....	101
<b>Tableau VIII.</b> Description du type et de l'état du logement. ....	101
<b>Tableau IX.</b> Description de la conduite de la reproduction. ....	102
<b>Tableau X.</b> Description de la conduite du troupeau. ....	103
<b>Tableau XI.</b> Description de la main-d'œuvre utilisée. ....	103
<b>Tableau XII.</b> Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers. ....	104
<b>Tableau XIII.</b> Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers en fonction du sexe. ....	104
<b>Tableau XIV.</b> Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers en fonction de la zone d'étude. ....	105
<b>Tableau XV.</b> Répartition des taux de séroprévalence troupeau de la brucellose ovine et caprine. ....	105
<b>Tableau XVI.</b> Répartition des taux de séroprévalence animale de la brucellose ovine et caprine. ....	106
<b>Tableau XVII.</b> Séroprévalence de la brucellose bovine selon les tests utilisés (n=368). ....	106
<b>Tableau XVIII.</b> Valeurs des VPP et VPN. ....	107
<b>Tableau XIX.</b> Risques de réponses faussement positive et faussement négative. ....	107
<b>Tableau XX.</b> Distribution de la séroprévalence de la brucellose en fonction du type d'élevage et de l'agrément sanitaire. ....	108
<b>Tableau XXI.</b> Distribution de la séroprévalence de la brucellose selon l'état d'hygiène des exploitations. ....	109

<b>Tableau XXII. Distribution</b> de la prévalence de la brucellose selon la conduite de la reproduction. ....	109
<b>Tableau XXIII.</b> Répartition de la brucellose selon l'origine de la contamination.....	110
<b>Tableau XXIV.</b> Distribution de la prévalence de la brucellose bovine en fonction des daïras (décembre 2012 à avril 2013).....	111
<b>Tableau XXV.</b> Distribution de la prévalence des avortements brucelliques en fonction des troupeaux.....	112
<b>Tableau XXVI.</b> Distribution de la prévalence des avortements brucelliques dans les troupeaux.....	113
<b>Tableau XXVI.</b> Évolution des cas de brucellose, notifiés de 1999 à 2016, à l'hôpital Che Guevara de Mostaganem. ....	115
<b>Tableau XXVII. Séroprévalence</b> de la brucellose chez les personnes à risques, les patients et les donneurs de sang (n=183). ....	118

# Liste des figures

## Page

<b>Figure 1.</b> Principales espèces de <i>Brucella</i> et hôtes de prédilection (Moreno, 2014) .....	28
<b>Figure 2.</b> Vue au microscope électronique de <i>Brucelles</i> isolées de babouins (barre=1 µm)(Whathmore <i>et al.</i> , 2014).....	30
<b>Figure 3.</b> Coloration des <i>Brucelles</i> (par la méthode Ziehl-Nielsen modifiée(Corbel, 2006)....	30
<b>Figure 4.</b> Distribution mondiale de la brucellose caprine (Rossetti <i>et al.</i> , 2017).Les pays colorés en bleu indiquent les pays dans lesquels des brucelloses caprines, humaines, bovines ou ovines, dues à une infection à <i>B.melitensis</i> ont été signalées ces dernières années (2005 ± présent). Les pays en gris indiquent que la maladie n'est pas présente ou que son statut est inconnu. ....	34
<b>Figure 5.</b> Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose bovine à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (DSV, 2018).....	41
<b>Figure 6.</b> Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose caprine à l'échelle nationale, de 2005 à 20017 (DSV, 2018).....	42
<b>Figure 7.</b> Évolution du nombre de foyers et de cas de brucellose bovine (F.BV) et caprine (F.CP) à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (DSV, 2018).....	43
<b>Figure 8.</b> Evolution de l'incidence de la brucellose humaine à l'échelle nationale de 1990 à 2017.(Source: auteure, sur la base des relevés épidémiologiques de l'INSP, de 1990 à 2017).....	44
<b>Figure 9.</b> Répartition des zoonoses à l'échelle nationale en 2015(INSP, 1990-2017).....	46
<b>Figure 10.</b> Produits du gène, influançant le trafic intracellulaire des souches de <i>Brucella</i> , dans les cellules hôtes (Roop <i>et al.</i> , 2009).....	51
<b>Figure 11.</b> Types de cellules prédominantes occupées par <i>Brucella abortus</i> chez l'hôte naturel (bovin) et l'hôte accidentel (Humain) (Roop <i>et al.</i> , 2004).....	52
<b>Figure 12.</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) (Neta <i>et al.</i> , 2010).....	55
<b>Figure 13.</b> Glande mammaire de vache infectée expérimentalement par <i>B.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). (Neta <i>et al.</i> ,2010). ....	55
<b>Figure 14.</b> Spondylodiscite brucellienne L2-L3. Radiographie du rachis lombaire de face (a) et de profil (b) : érosion de l'angle antéro-supérieur de L3 (flèche), pincement discal et gaz intradiscal (L : vertèbre lombaire) (Chelli Bouaziz <i>et al.</i> , 2013).....	59

<b>Figure 15.</b> Spondylodiscite brucellienne. Aspect atypique en TDM : calcifications des abcès paravertébraux (têtes de flèches) et épидuraux, érosion des berges de l'articulation zygo-apophysaire gauche avec petits séquestres articulaires (flèche) (Chelli Bouaziz <i>et al.</i> , 2013). .....	59
<b>Figure 16.</b> Hôtes naturels de <i>B.melitensis</i> , <i>B.abortus</i> , <i>B.canis</i> et <i>B.ovis</i> et potentiel zoonotique de ces souches. La taille des flèches indique la relative proportion du pouvoir pathogène de chaque <i>Brucella.spp</i> à causer la maladie chez l'homme (Roop et Caswell, 2017). .....	67
<b>Figure 17.</b> Théorie de l'immunité du troupeau et ratio de reproduction de base ( $R_0$ ) dans les troupeaux infectés par <i>Brucella</i> (Moreno, 2014). .....	79
<b>Figure 18.</b> Carte de situation de la Wilaya de Mostaganem.Source : Imago Mundi, 2017....	85
<b>Figure 19.</b> Zones homogènes de la Wilaya de Mostaganem.Source : ANIREF, 2013. ....	85
<b>Figure 20.</b> Répartition de la population bovine selon le type. ....	97
<b>Figure 21.</b> Distribution de la population bovine selon les races exploitées. ....	98
<b>Figure 22.</b> Distribution de la population bovine selon le nombre de troupeaux. ....	98
<b>Figure 23.</b> Distribution de la population bovine selon le nombre de vaches laitières. ....	99
<b>Figure 24.</b> Répartition de la brucellose selon les signes cliniques. ....	111
<b>Figure 25.</b> Aspect d'un hygroma du genou chez une vache atteinte de brucellose (flèche noire).Source : auteure. ....	112
<b>Figure 26.</b> Evolution des taux de prévalence troupeau de la brucellose et des taux d'avortements de 2008 à 2012 à Mostaganem. ....	113
<b>Figure 27.</b> Vente informelle de lait et sous produits Laitiers à l'abord d'une route, dans un quartier d'une cité de la commune de Mostaganem. Source : auteure.	116
<b>Figure 28.</b> Vente informelle : aspect des bidons de lait et sous produits laitiers crus, vendus dans le marché informel. Source : auteure. ....	116
<b>Figure 29.</b> Transhumants à l'abord de l'autoroute, Wilaya de Mostaganem. Source: auteure. ....	117
<b>Figure 30.</b> Vente informelle de lait cru et de ses sous-produits à l'abord des autoroutes de la Wilaya de Mostaganem (flèche rouge). Source: auteure .....	117

# Liste des annexes

Page

<b>Annexe A</b> .....	<b>141</b>
<b>Annexe B</b> .....	<b>142</b>
<b>Annexe C</b> .....	<b>143</b>
<b>Annexe D</b> .....	<b>144</b>
<b>Annexe E</b> .....	<b>145</b>
<b>Annexe F</b> .....	<b>148</b>

# Introduction

Pendant de nombreuses années et aujourd'hui encore, l'Algérie continue à être dépendante des importations alimentaires nécessaires à la satisfaction des besoins nationaux en protéines animales (Kacimi El Hassani, 2013 ; ONIL, 2014). La viande et particulièrement le lait, font partie des produits fortement demandés. En effet, de par sa composition riche en calcium et en protéines, ce dernier produit est essentiel dans l'alimentation humaine et demeure dans notre pays, la base de la ration alimentaire du consommateur à faible revenu.

Dans une optique de garantir une autosuffisance de cet aliment à la majorité de la population, l'État algérien a envisagé l'intensification des élevages bovins au moyen de l'importation. Ce qui a permis de renforcer le développement de la production laitière et d'augmenter la collecte en lait cru.

Il va sans dire, qu'en dépit de ces efforts indéniables développés par les autorités, des facteurs tels que ; le changement climatique, la culture des fourrages peu développée dans le pays et une alimentation des vaches peu équilibrée, basée essentiellement sur le concentré (provenant du marché), constituent une contrainte au développement de ces élevages (DSV, 2005). A cela vient s'ajouter, une mauvaise gestion de la conduite des troupeaux et une situation sanitaire difficile à contrôler. C'est la raison pour laquelle en Algérie, le secteur de l'élevage des ruminants continue de payer un lourd tribut causé par de nombreuses maladies, en particulier les zoonoses. Avec la leishmaniose et la rage, la brucellose pose un sérieux problème aussi bien, en santé animale, qu'en santé publique (INSP, 2001).

En effet, la brucellose est une maladie infectieuse, essentiellement des animaux d'élevage, chez lesquels elle est très contagieuse (Acha et Szyfres, 2005). D'origine bactérienne, elle est transmissible par différentes voies, entre animaux de la même espèce et entre ceux d'autres espèces (Bosilkovski, 2015 ; Corbel, 2006). Chez l'homme, la maladie se présente généralement sous forme d'une infection systémique, caractérisée par une fièvre ondulante, accompagnée de troubles variés. Elle est considérée comme une zoonose majeure, la plus répandue dans le monde, elle est inscrite sur la liste des maladies réputées légalement contagieuses (OIE, 2017). Selon le comité mixte d'experts de l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO), l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) ainsi que l'Office International des Épizooties (OIE), son impact social et économique est important sur la production animale et de ce fait, sur le développement rural (Corbel, 2006).

A cet effet, la brucellose a été éradiquée dans la plupart des pays d'Europe du Nord, des Etats Unis et du Japon. Ils sont considérés comme indemnes de l'infection, en raison des stratégies effectives de lutte de prophylaxie vétérinaire, mises en place dans ces régions (ECDP, 2016 ; OIE, 2017). En revanche, 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 selon les pays et selon, les endroits dans un même pays (Aggad *et al.*, 2003 ; Al-Majali *et al.*, 2009 ; Barkalla *et al.*, 2014 ; Boukary *et al.*, 2013 ; Lucchese *et al.*, 2016).

En outre, la brucellose pose un frein aux échanges commerciaux d'animaux et de produits d'origine animale qui sont appelés à s'intensifier à travers le monde, de par les moyens spécifiques et rapides de transport. Ceci, sans éluder le risque de contamination de l'environnement et de la population (Guilloux *et al.*, 2004).

En Algérie, la maladie a été signalée pour la première fois en 1895, par Cochez, chez les chèvres de la région d'Oran (Ardin-Delteil, 1926). Présentement, 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, 1990-2017). C'est ainsi que durant la période 1981-1991, une épidémie de grande ampleur s'est déclarée dans la vallée du M'Zab (Ghardaïa) qui se trouve dans la région Sud du pays. Parmi les 600 cas cliniques notifiés, 248 sont confirmés par le laboratoire de l'Institut Pasteur d'Algérie (IPA). Les premiers cas de brucellose sont ensuite enregistrés dans la région Ouest du pays, à Tlemcen, et, dans la région Est, à Sétif et M'Sila. La maladie continue sa propagation dans pratiquement toute l'Algérie, avec une aggravation de la situation, matérialisée par l'augmentation du nombre de cas humains et, l'émergence de nombreux foyers d'origine animale (DSPG, 2016 ; INSP, 2001).

Le paradoxe est, qu'il n'y ait pas de concordance entre les notifications des cas de brucelloses humaine et animale et ce, dans de nombreuses wilayas. En effet, des cas de la maladie animale ont été rapportés dans quatre wilayas où aucun cas humain n'a été notifié. En revanche, la brucellose humaine est notifiée dans dix (10) wilayas où aucun cas de brucellose animale n'a été signalé (annexe A) (INSP, 2001). Ce qui vient confirmer le fait que la brucellose est sous-diagnostiquée, aussi bien chez l'homme, que chez les animaux, et que sa prévalence est beaucoup plus importante dans le pays, et par conséquent, non représentative de la situation réelle (Aggad *et al.*, 2003 ; INSP, 2001 ; Lounes et Bouyoucef, 2007 ; Tabet-Deraz, *et al.*, 2017).

Il est à souligner, que l'homme n'est qu'un hôte accidentel de cette maladie, et que l'animal, réservoir des *Brucella*, est la source de la maladie chez l'homme (Maurin et Brion, 2006).

En 2010, il a été notifié 8.445 cas humains (26 pour 100.000 habitants) (INSP, 1990-2017) et 6.779 cas en 2015 (OIE, 2017). De plus, les données statistiques officielles de l'Institut Pasteur d'Algérie (IPA, 2015) font état de 193 cas confirmés bactériologiquement sur un total de 560 prélèvements reçus en 2015 (soit un taux de 34,5%). En tout état de cause, la brucellose demeure l'une des préoccupations prioritaires en matière de santé pour de nombreux pays, ce qui n'est pas le cas pour l'Algérie (WHO, 2015).

Il y a lieu de rappeler, que parmi les *Brucelles*, *Brucella melitensis* (*B. melitensis*) est la bactérie la plus pathogène pour l'Homme (Acha et Szyfres, 2005) et qu'en Algérie, les caprins sont considérés comme le réservoir le plus important de brucellose humaine (INSP, 2001; IPA, 2015). D'ailleurs, ce sont les cas de maladie humaine qui sont le plus souvent révélateurs de foyers latents, méconnus de brucellose animale (Acha et Szyfres, 2005).

Les données officielles relatives à la brucellose animale sont encore difficiles à analyser, du moment que le dépistage ne concerne que les troupeaux bovins laitiers, (DSV, 2005). De plus, ces derniers ne sont dépistés qu'épisodiquement. En général, à la demande de l'éleveur qui veut livrer le lait de son exploitation aux unités de transformation laitière. Et, par suite de l'apparition de cas de brucellose humaine, des investigations sont alors menées pour rechercher l'origine de la maladie dans les exploitations d'élevage (INSP, 2001).

Au cours de l'année 1990, les cas de brucelloses animales déclarés sont de 385 pour un total de 19 foyers. Le nombre ne cesse de s'élever pour atteindre 4.147 cas (1.451 foyers) en 1996. Il passe à 4.411 en 1997 avec 996 foyers disséminés dans tout le territoire national, seules quatre des trente huit wilayas sont épargnées (DSV, 1995-2017).

Depuis la mise en place par les autorités algériennes, de mesures de lutte en 1995, pour le dépistage des animaux des exploitations agricoles à élevages bovins laitiers (DSV, 2005), les taux de l'infection brucellique chez les bovins, ont considérablement diminué, passant de 1,70% en 1995 à 0,67% en 2004 (DSV, 1995-2017).

Par la suite, les suivis épidémiologique et sanitaire montrent que les taux moyens de séroprévalences individuels à l'échelle nationale restent plus ou moins stables chez les bovins (en moyenne de 0,78 à 0,9% par an, durant les années 2000). Ils se sont élevés à 2,24 % durant le premier trimestre de l'année 2015 et l'année 2016 (DSV, 1995-2017). En revanche, ils sont très élevés, comparativement, aux petits ruminants. En effet, des taux élevés sont relevés dans les cheptels ovins ou mixtes (3,6%) et des cheptels caprins (9,6%) atteints de brucellose durant l'année 2000 (Garin-Bastuji, 2005). Chez ces derniers, les taux d'infection ont baissé à 5,74% en 2008, puis se sont élevés considérablement (deux fois et demie) pour atteindre 14,45% en 2009, et se sont maintenus en 2010. Une amélioration est observée avec des taux d'infection moyens de 6,6% en 2011 et 7% en 2015. Ces taux restent très élevés malgré le lancement en 2006, de la vaccination chez les petits ruminants. Il est nécessaire de noter, que ces derniers ne font pas l'objet de dépistage systématique de la brucellose (DSV, 1995-2017).

L'importance de la brucellose résulte à la fois de ses effets directs sur la santé humaine et sur les productions animales, dont les pertes économiques sont liées directement à la prévalence de la maladie dans le troupeau (Akakpo *et al.*, 2009). En tenant compte de l'estimation de 600 à 1.000 cas diagnostiqués en 1990, et sur la base de 200 cas déclarés annuellement, l'estimation du coût direct de la brucellose en Algérie se situerait entre 7.200.000,00 et 12.000.000,00 DA (hormis, cas chroniques et compliqués) (INSP, 2001).

De plus, les notifications concernant cette affection sont probablement sous-estimées en raison de son polymorphisme clinique chez l'homme, d'un contrôle sanitaire non rigoureux chez les animaux, de l'insuffisance de déclaration et de diagnostic favorisant ainsi la généralisation de cette zoonose en l'absence de stratégie réelle de prévention (Garin-Bastuji, 2005 ; Tabet-Deraz, *et al.*, 2017).

## Problématique

**Quels sont les systèmes de prévention zoonositaire et de contrôle sérologique à même de permettre une diminution significative de l'incidence de la brucellose animale et humaine ?**

## Hypothèses

Le taux d'infection est élevé chez les ruminants.

L'avortement chez les bovins est un facteur déterminant pour la multiplication des *Brucelles* et la transmission de la maladie entre animaux de la même espèce, d'une espèce de ruminant à l'autre et de l'animal à l'homme.

Les contrôles de dépistage sérologiques chez les bovins ne répondent pas à l'ampleur de la situation de la maladie sur le terrain.

## Objectifs de l'étude

- L'objectif principal du présent travail est :
  - D'estimer dans un premier lieu, la séroprévalence de la maladie dans les exploitations bovines laitières agréées, et en second lieu, avoir un aperçu sur le degré de contamination dans certaines exploitations ovines et caprines d'une zone d'élevage de petits ruminants.
- Comme objectifs seconds :
  - Estimer la fréquence des avortements parmi le cheptel bovin laitier et déterminer l'effectivité des tests sérologiques utilisés au niveau de cette espèce.
  - Evaluer les stratégies de diagnostic et de dépistage et, orienter le choix des investigations diagnostics dans le cas de la brucellose bovine.
  - Prendre connaissance de la situation sanitaire de la maladie chez l'homme.

## Annonce du plan

Cette recherche sera réalisée à travers deux parties. La première partie concernera la recherche théorique qui sera consacrée à une revue de synthèse sur les brucelloses animale et humaine, ainsi qu'une approche relative à la situation de l'élevage en Algérie. Tandis que la deuxième partie aura trait à la recherche expérimentale, dans laquelle nous examinerons le cadre de nos enquêtes, puis nous exposerons les résultats obtenus en essayant de les analyser et de les interpréter.

**Première partie.**  
**Etude bibliographique**

# **Chapitre I. Généralités sur l'élevage en Algérie**

Dans différentes parties du monde, et en matière économique, l'agriculture constitue un domaine essentiel dans le secteur primaire, lequel s'érige en un espace privilégié en relation avec la nature. En effet, l'exploitation et le développement du potentiel agricole, permet d'accroître les revenus ruraux, dans un premier temps, de garantir des disponibilités alimentaires croissantes et enfin, d'améliorer les conditions de vie, en réduisant la pauvreté, dans un deuxième temps.

D'une manière générale, l'agriculture constitue une activité économique prédominante dans la plupart des pays qui connaissent une forte incidence d'insécurité alimentaire. En effet, l'Algérie continue à être dépendante des importations alimentaires nécessaires à la satisfaction des besoins nationaux, particulièrement en protéines animales, représentées par les viandes et essentiellement le lait en poudre (Kacimi El Hassani, 2013). En tout état de cause, cette situation n'est pas une solution durable. Pour faire face à la demande toujours croissante de la population qui ne pouvait pas être satisfaite uniquement par la production locale de lait, et pour garantir une autosuffisance de cet aliment, l'État algérien a décidé l'intensification des élevages bovins au moyen de l'importation. Ce qui a permis de renforcer le développement de la production laitière, et ainsi, augmenter la collecte en lait cru. Toutefois, et pour assurer les disponibilités alimentaires en matière de protéines animales, l'Algérie n'a pas cessé d'importer ce produit.

## 1. Effectifs et localisation

Selon les données correspondant à la dernière date d'enregistrement par l'organisation FAO (2014), l'élevage national est estimé en 2014, à 32.937.573 têtes d'ovins et de caprins et à 2.049.652 têtes de bovins, répartis à travers le territoire. Quant à l'élevage camelin, il a été estimé à 315.982 têtes, dont 54%, répartis essentiellement sur trois grandes wilayas du sud, à savoir, Tamanrasset, Tindouf et Adrar (DSV, 1995-2017).

### 1.1. Bovins

Concernant la structure du troupeau bovin, elle est composée de 56% de vaches laitières, 18% de jeunes femelles, 15% de jeunes mâles et de 11% de taureaux reproducteurs (Nedjaoui, 2012).

En matière de localisation, le cheptel bovin se trouve dans les plaines du littoral ainsi que dans les hauts plateaux, particulièrement dans la région Est qui dispose de 53% des effectifs, alors que les régions Centre et Ouest ne totalisent les deux, que 47% des effectifs bovins (région Centre : 24,5% et région Ouest : 22,5%). En effet, les wilayas de l'Est bénéficient d'une meilleure pluviométrie qui explique largement une plus grande disponibilité de prairies pour cette concentration d'animaux (Bouamra *et al.*, 2012).

L'absence de notion de filière laitière en Algérie, générée par un manque flagrant de professionnalisme, est une situation contraignante, dont la mutation doit passer par l'apparition de grands élevages (Moussouni, 2012). Selon cet auteur, la taille d'un troupeau doit être au moins de 100 vaches laitières, pour permettre la réduction de l'importation du lait en poudre, des modules de 250 à 500 de vaches laitières seraient les effectifs appropriés.

Dans son analyse, Benchekor (2011), met en évidence que la suppression des grands domaines du secteur public a entraîné la disparition des grands élevages de bovins laitiers préexistants. Cette situation a par conséquent, entraîné pour une grande majorité de micro-exploitations, l'incapacité d'effectuer les investissements nécessaires pour des rendements élevés et des coûts de production compétitifs et raisonnables.

## 1.2. Ovins et caprins

Quant au cheptel ovin et le cheptel caprin, ils occupent particulièrement les zones montagneuses défavorisées, régions où les terrains sont accidentés et les parcours réduits. En termes d'effectifs des troupeaux, cette partie du cheptel est difficile à évaluer, car elle n'est pas identifiée par les procédés usuels. On peut dire, que les régions steppiques et présahariennes détiennent 80% de l'effectif total constitué essentiellement par le cheptel ovin (Nedjaoui, 2012).

## 2. Races exploitées

### 2.1. Bovins

Le cheptel bovin se caractérise par la présence de trois types distincts, dont deux, les bovins laitiers modernes (BLM) et les bovins laitiers améliorés (BLA), orientés principalement vers la production laitière. Le troisième type est représenté par les races locales (Nedjaoui, 2012).

#### 2.1.1. Bovins laitiers modernes

Ce sont les races pures qui ont été importées principalement d'Europe (France, Hollande, Allemagne) et génétiquement sélectionnées pour leur forte production laitière (Benchechor, 2011; Bouamra *et al.*, 2012). Introduites dans le pays pour l'amélioration de la production, elles ont occupé l'ensemble des exploitations agricoles.

La *Frisonne Pie Noire*, la *Holstein* et des races mixtes, telles que, la *Montbéliarde*, la *Brune des Alpes* et la *Tarentaise*, sont les principales races laitières introduites en Algérie. Elles représentent environ 59 % du cheptel (Mansour et Abbas, 2015; Si Tayeb *et al.*, 2015). Confrontés à des contraintes écologiques, ces bovins ne sont pas placés dans des conditions optimales de production, tant sur le plan de l'alimentation, que celui de l'habitat (Benchechor, 2012). Ce qui ne valorise pas pleinement leur potentiel génétique. Ce type d'élevage se localise essentiellement dans les plaines et les périmètres irrigués où la production fourragère est plus ou moins importante.

#### 2.1.2. Bovins laitiers croisés

Les races croisées, dites améliorées, sont le fruit des croisements anarchiques et sans aucun suivi, entre différentes races importées, ou entre les races importées avant 1962 et les races locales très rustiques, à faible production laitière. Ces produits nés localement, existent dans l'ensemble des régions d'élevages bovins. Il y a très peu d'informations sur ces races et cette situation a radicalement modifiée la structure génétique du cheptel bovin algérien (CNRG, 2003 ; Mansour et Abbas, 2015 ; Si Tayeb *et al.*, 2015 ; Moussouni, 2011).

#### 2.1.3. Bovins laitiers de races locales

Le cheptel de races locales représente 48% du cheptel national et n'assure que 20% de la production laitière (Nedjaoui, 2012). Il est représenté par les races suivantes ; la *Brune de l'Atlas*, la *Guelmoise*, la *Cheurfa*, la *Chélifienne* et la *Sétifienne*. Les niveaux de production laitière de ces animaux sont très bas, cependant, ces animaux sont caractérisés par des aptitudes exceptionnelles d'adaptation aux milieux difficiles.

## 2.2. Ovins et caprins

Les espèces ovines, les plus importantes en effectifs sont la «Ouled Djellal» et la «Rembi », avec une tendance de croisement entre les races. Les caprins sont représentés par la «chèvre Arabe» et des métissages avec les races méditerranéennes. Ce sont des animaux très rustiques qui occupent essentiellement des terrains dont les parcours sont réduits. Ces animaux sont principalement destinés à assurer l'autoconsommation en produits animaux (viande, lait) et à fournir un revenu qui peut être consistant les années de forte pluviométrie.

La conduite des troupeaux ovin et caprin est de type familial, extensive, sous forme de confiage ou de main d'œuvre salariée (CNRG, 2003). Les caprins sont présents dans toutes les exploitations agricoles bovine ou ovine. Quelques chèvres, en moyenne, 5 à 15 mères sont associées par les éleveurs à ces troupeaux.

## 3. Conduite des élevages

En Algérie, le système d'élevage ne constitue pas un ensemble homogène à cause de la diversité des zones territoriales. Trois grands systèmes de production bovine peuvent être distingués (Nedjaoui, 2012).

### 3.1. Système intensif.

Le système intensif concerne principalement les races bovines améliorées. Il vise à augmenter le rendement de cette activité, notamment, en augmentant la densité d'animaux sur l'exploitation, ou en s'affranchissant, plus ou moins, fortement du milieu environnant.

Ce système se caractérise par la présence dans l'étable, de 50 vaches laitières en moyenne. Les exploitations de ce type d'élevage sont localisées dans des zones à haute potentialité qui regroupent en majeure partie les terres des plaines littorales et intérieures du pays.

Dans ce système, les animaux sont logés dans des bâtiments fermés. Les exploitations d'élevage intensif sont également marquées par une faible surface de culture, dédiée à l'alimentation des animaux, entraînant la diminution significative de l'autosuffisance de l'éleveur pour l'alimentation de ses animaux.

### 3.2. Système extensif.

L'élevage extensif ou pâturage extensif est une méthode d'élevage caractérisée par une faible densité de chargement d'effectifs d'animaux à l'hectare. Hormis le sel, mais aussi le fourrage en cas de sécheresse, aucun apport supplémentaire de nourriture n'est requis. Le bovin auquel s'applique ce système se trouve généralement dans les régions montagneuses et son alimentation est essentiellement le pâturage.

Le système de production bovine en extensif occupe une place importante dans l'économie familiale et nationale de notre pays. Il concerne les races bovines locales et croisées et assure 40% de la production laitière nationale (Nedjaoui, 2012).

Quant à l'élevage ovin et caprin, il est conduit en extensif, basé sur un système, traditionnel de transhumance dans les régions sud du pays. Il est orienté principalement vers la production de viande (Nedjaoui, 2012).

### 3.3. Système semi-extensif.

Cette pratique a comme inconvénient la diminution du temps de pâture des animaux. Pourtant, elle présente de nombreux avantages pour l'amélioration de la production d'élevage bovin, car les éleveurs peuvent apporter plus de soins à leurs animaux et produire du fumier.

En Algérie, ce système est adopté par les exploitations n'ayant qu'une superficie limitée, il est de type familial, avec des troupeaux de petite taille.

### 4. Bâtiment d'élevage

Les bâtiments d'élevage doivent être conçus dans les normes requises pour assurer le confort et le bien-être des animaux. Ces derniers doivent être obligatoirement séparés dans des ateliers spécialisés, afin d'avoir des groupes homogènes, susceptibles de faciliter, notamment, la conduite alimentaire et éviter les risques de contamination (Moussouni, 2011).

Il faudrait donc prévoir des ateliers pour les vaches laitières en production, pour les veaux avant sevrage, pour les veaux et vèles jusqu'à 1 an, pour les génisses d'élevage de 1 à 2 ans, pour les génisses de plus de 2 ans et les vaches tarées.

Dans ces bâtiments, l'hygiène doit être de rigueur et la conception des infrastructures ne doit pas être contraignante à la mécanisation, et doit faciliter la surveillance et l'exploitation du cheptel. En outre, l'agencement des bâtiments doit faciliter le déplacement des animaux et celui du personnel de la ferme (Moussouni, 2011).

### 5. Conduite de l'alimentation

En Algérie, le cheptel particulièrement bovin laitier, souffre d'insuffisance alimentaire. En effet, en plus d'être maigre et non équilibrée (insuffisance d'aliments verts), la ration est très mal distribuée (Moussouni, 2011).

Une des principales causes de cette situation, est l'insuffisance de la ressource hydrique, qui ne permet pas la progression des cultures fourragères à l'irrigué (Benchekeur 2012).

### 6. Conduite de la reproduction

La base d'une bonne conduite de la reproduction est la synchronisation des chaleurs chez les femelles laitières. Or, cette synchronisation n'est malencontreusement utilisée que dans les élevages d'ovins ou de bovins à viande, pour faciliter la gestion et la commercialisation du jeune troupeau.

La monte naturelle est une pratique courante, par contre, l'insémination artificielle est peu utilisée. Cette dernière est un facteur d'importance capitale dans l'amélioration génétique du cheptel bovin, et l'éradication de certaines maladies transmissibles par la saillie naturelle. C'est pourquoi, son impact est positif sur la productivité des vaches, et un grand atout pour notre pays, pour un meilleur rendement en production laitière. A ce propos, l'État algérien, par la gratuité de l'acte, en amont, et par l'octroi d'une prime à la production d'une génisse (60.000 DA) issue de l'insémination artificielle, en aval, a encouragé l'utilisation de cette méthode. Cependant, les résultats de cette pratique ne sont pas toujours certains, et sa réussite est directement liée à l'alimentation, la détection des chaleurs et la technicité de l'acte d'insémination. De plus, un problème de responsabilité entre inséminateur et éleveur se pose en l'absence de fécondation, ou, au contraire, la fécondation a bien eu lieu, mais il y a mortalité embryonnaire précoce ou tardive (Dehimi, 2011).

## **7. Conduite de la traite**

La traite, qui est considérée comme une opération d'une extrême sensibilité, doit aboutir à l'obtention d'une quantité maximale de lait, d'excellente qualité. Qu'elle soit manuelle ou mécanique, la traite doit être complète pour le maintien d'une bonne production, et s'effectuer dans de bonnes conditions d'hygiène et d'environnement, pour éviter toute contamination du lait. L'hygiène de la traite concerne aussi bien le matériel, que la propreté du trayeur. Ce dernier, doit être en bon état de santé, pour éviter la propagation par le lait, de maladies contagieuses, et pour éviter au trayeur d'être lui aussi, infecté par des maladies (Bendali, 2011).

Le local d'entreposage du lait doit être séparé de l'étable. Il doit être propre, facilement nettoyable, et ne pas avoir d'accès aux animaux et aux nuisibles ou de tout autre source de contamination. Le lait doit être refroidit dans une cuve réfrigérante, immédiatement après la traite et maintenu à une température de 4°C jusqu'au moment de sa collecte.

# **Chapitre II.**

## **Généralités sur la Brucellose**

## 1. Définition

La brucellose est une anthroponose due à la contamination par différentes bactéries appartenant au genre *Brucella* qui infectent généralement, une espèce animale spécifique. Toutefois, la plupart des espèces de *Brucella* sont également capables d'infecter d'autres espèces animales (OIE, 2017). C'est une maladie de répartition mondiale, reconnue par la FAO, l'OMS et l'OIE, comme étant la zoonose la plus répandue à travers le monde (Bosilkovski, 2015 ; Corbel, 2006). Elle sévit généralement dans les zones rurales où l'élevage est la principale source de vie des populations et où les moyens de surveillance et de lutte sont les plus rudimentaires, voire, inexistantes. La maladie est listée dans le Code sanitaire pour les animaux terrestres. Elle est considérée comme une maladie réputée légalement contagieuse et doit être obligatoirement notifiée à l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE, 2017).

Jusqu'à présent, la brucellose demeure un risque majeur pour la santé publique et suscite une préoccupation toujours plus importante dans de nombreux pays (Corbel, 2006). Chez les humains, elle est provoquée par de nombreux mammifères terrestres et marins qui font office de réservoirs par rapport à l'homme. Cette maladie est également à déclaration obligatoire, les cas observés sont notifiés à l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 2015).

## 2. Données historiques

C'est au XIXe siècle que l'étude de la caractérisation nosologique de la brucellose a été établie par des médecins militaires anglais installés sur l'île de Malte. Il a été rapporté en 1996 dans la publication de Théodoridès, que le cas le plus ancien connu serait survenu dès 1581 chez un évêque qui présentait une fièvre prolongée accompagnée de splénomégalie. Ainsi, la première étude clinique des fièvres à Malte et de la fièvre méditerranéenne en particulier a été entreprise en 1860 par le chirurgien britannique Allen Jeffery Marston. La description détaillée et précise de la maladie a été réalisée en 1863 d'après une auto-observation, la différenciant des autres «fièvres» existantes à Malte (Corbel, 2006; Maurin et Brion, 2009),

L'agent causal (nommé initialement *Micrococcus melitensis*, en référence à l'ancien nom de l'île de Malte: Melita) de cette maladie chez l'homme a été isolé en 1887 par David Bruce, à partir de prélèvements autopsiques de rates chez des soldats militaires décédés de cette maladie sur l'île de Malte. Le genre bactérien est dédié à ce microbiologiste qui identifia le premier cette bactérie. Appliquant à *Brucella melitensis*, le test d'agglutination mis au point par Widal et Sicard avec le sérum de typhoïdiques, Almroth Wright et ses collègues montrèrent en 1897, que ce test pouvait être utilisé pour établir avec certitude le diagnostic de la brucellose (Corbel, 2006; Maurin et Brion, 2009).

En 1897, Almroth Wright a décrit le test diagnostique par séroagglutination en tube qui demeure jusqu'à présent, le test de référence dans le diagnostic de la brucellose humaine (Maurin et Brion, 2009 ; WHO, 2015 ).

La transmission de la brucellose à l'homme sur l'île de Malte par consommation du lait de chèvre a été décrite en 1905 par Themistocles Zammit, bactériologiste maltais. Le rôle que joue cet animal comme réservoir de *B. melitensis* a également été établi par ce même chercheur. Zammit affirme dès lors, que la brucellose est une anthroponose (Corbel, 2006; Maurin et Brion, 2009).

La brucellose dénommée fièvre ondulante, à cause de l'aspect de la fièvre qui tend à s'élever et à descendre avec le temps, est également connue sous le nom de fièvre de Malte

en relation avec l'île où la bactérie a été découverte. La maladie est ensuite décrite dans de nombreux autres sites, sous des dénominations variables : fièvre de Crimée, fièvre de Gibraltar, fièvre de Chypre, fièvre de Crète, fièvre de Constantinople, etc. (Maurin et Brion, 2009).

Parallèlement aux travaux des chercheurs cités précédemment, Bernhard Bang, vétérinaire danois, a isolé en 1895 chez des bovins présentant des avortements à répétition (enzootie) une nouvelle bactérie, qu'il nomme *Bacillus abortus*. La relation entre *Micrococcus melitensis* et *B.abortus* n'est établie qu'en 1917 par Alice Evans, bactériologiste américaine, qui propose la création du genre *Brucella* (et des espèces *Brucella melitensis* et *Brucella abortus*) en l'honneur des travaux de Bruce (Olsen et Tatum, 2010).

Quatre autres espèces ont été par la suite caractérisées : en 1914, *B.suis* a été décrite par Traum chez des truies présentant des avortements, en 1966, *B.canis* a été reconnue par Carmichael comme agent d'avortements chez la chienne de race Beagle (très utilisée par l'industrie pharmaceutique), en 1953, *B.ovis* a été isolée de moutons, et en 1957, dans l'Utah, *B.neotomae* a été isolée de rats du désert (sur la seule espèce *Neotoma lepida*). En fait, de nombreux mammifères terrestres constituent un réservoir potentiel pour les bactéries du genre *Brucella* (figure 1) (El-Sayed et Awad, 2018 ; Moreno, 2014 ; Olsen, 2010).

En 1994, un cas d'avortement chez un dauphin en captivité lié à une infection par des *Brucella* différentes des espèces précédemment caractérisées est rapporté en Californie. D'autres souches semblables sont ensuite isolées chez des dauphins (*B.ceti*), mais également chez d'autres mammifères marins, tels que des phoques ou des marsouins (*B.pinnipedialis*) (Whatmore *et al.*, 2014). Depuis, plusieurs souches ont été isolées de cétacés et pinnipèdes marins en Amérique comme en Europe.

Cette découverte a relancé l'intérêt médical pour ces bactéries, notamment depuis la description de cas probables d'infections humaines liées à ces nouvelles *Brucella*. En effet, de rares cas humains avaient été rapportés aux États-Unis et au Royaume Uni (Maurin et Brion, 2009).

L'avènement de nouvelles méthodes de caractérisations moléculaires a permis de mettre en évidence de nouvelles souches qui étaient jusqu'alors considérées comme atypiques. Ces espèces atypiques de *Brucella* ont une relation génétique étroite avec les bactéries du sol (El-Sayed et Awad, 2018).

En 2008, *B.microti* est décrite chez un renard, de campagnols des champs (*Microtus arvalis*) lors d'une épizootie de mortalité chez ces animaux au sud de la Moravie (République Tchèque), mais également, depuis des échantillons de sol prélevés en 2000 dans ce même pays. En 2010, *B.inopinata* est isolée à partir d'un abcès sur un implant mammaire infecté chez une patiente présentant des signes cliniques de la brucellose. En 2014, *B.papionis* est isolée d'un babouin mort-né en 2006 au Texas, mais originaire de Tanzanie. Et enfin, en 2016, *B.vulpis* est décrite à partir d'échantillons provenant de renards roux autrichiens (*Vulpes vulpes*) (El-Sayed et Awad, 2018).

Au-delà des mammifères, de nouvelles espèces sont en cours de description et de caractérisation, provenant notamment d'amphibiens. En effet, des isolats de *Brucella* atypiques ont été récemment isolés de grenouilles malades (*Litoria caerulea*) (Soler-Illorrens *et al.*, 2016). La découverte de ces nouvelles espèces soulève la problématique d'émergence de nouveaux pathogènes, ainsi que de la validité des méthodes de diagnostic jusqu'alors utilisées (El-Sayed et Awad, 2018).

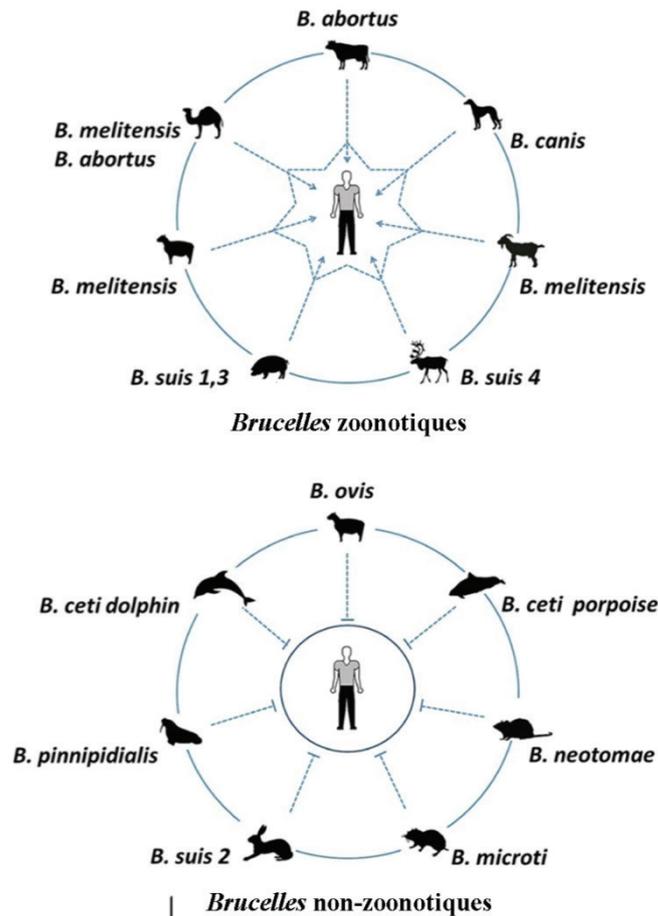


Figure 1. Principales espèces de *Brucella* et hôtes de prédilection (Moreno, 2014)

Ace propos, et selon ces mêmes auteurs, les espèces de *Brucella* récemment découvertes au cours des 20 dernières années montrent une diversité génétique encore plus grande que celle existant parmi des milliers d'isolats des espèces classiques de *Brucella* découvertes tout au long du XXe siècle. Grâce à cette grande flexibilité génétique, bon nombre de ces isolats sont mobiles, de cultures rapides, capables de survivre dans le sol, plus résistants à une forte acidité et à des conditions environnementales défavorables, et présentent une capacité d'adaptation élevée chez les hôtes autres que les mammifères, tels que les amphibiens et, sont fortement actifs métaboliquement. Ils peuvent s'adapter très rapidement à leur environnement pour étendre leur gamme d'hôtes. La transmission possible de ces propriétés uniques des espèces atypiques de *Brucella* à la souche largement répandue de *Brucella spp*, via des éléments génétiques mobiles (par exemple : bactériophages, transposons, etc.) aura des conséquences néfastes sur l'élevage et la santé publique dans le monde (El-Sayed et Awad, 2018).

Sur le plan taxonomique, le genre *Brucella* est classiquement divisé en espèces sur la base de leur pouvoir pathogène, elles mêmes séparées en biovars, en fonction notamment d'une relative spécificité préférentielle de l'hôte animal naturel (tableau 1) (El-Sayed et Awad, 2018 ; Garin-Bastuji et Delcueillerie, 2001; Hubalek *et al.*, 2007 ; Papas *et al.*, 2005). Outre ces espèces, hôtes préférentiels, cette bactérie est capable d'infecter de nombreuses espèces domestiques et sauvages : elle n'a pas de spécificité d'hôtes forte. De plus, chaque biovar possède sa propre répartition géographique et sa pathogénicité pour l'Homme (tableau 1).

**Tableau I.** Caractéristiques des espèces de *Brucella* et leurs hôtes naturels\* (El-Sayed et Awad, 2018).

Espèces de <i>Brucella</i>	type de colonie	Hôte naturel **	Pathogénicité chez 'homme	Année de premier isolement
<i>B.melitensis</i> (biovar 1-3)	Lisse	Caprins, ovins et ongulés sauvages	+++	Bruce (1893)
<i>B.abortus</i> (biovar 1–6, 7, 9)	Lisse	Bovins et ongulés Sauvages	++	Schmidt (1901)
<b><i>B.suis</i> biovar***</b>				
1–3	Lisse	Suidés	++	
2	Lisse	Suidés et Lièvres	+	Huddleson(1929)
4	Lisse	Rennes et Caribous	++	
5	Lisse	Rongeurs sauvages	Non connue	
<i>B.ovis</i>	Rugueuse	Ovins	****	Buddle (1956)
<i>B.neotomae</i>	Lisse	Rat du désert	+	Stoenner et Lackman (1957)
<i>B.canis</i>	Rugueuse	Chiens	+	Carmichael et Bruner (1968)
<i>B.ceti</i> ( <i>B.delphini</i> )	Lisse	Dauphins	+	Foster <i>et al.</i> , (2007)
<i>B.pinnipedialis</i> ( <i>B. phocae</i> )	Lisse	Phoques, otaries	+	Foster <i>et al.</i> , (2007)
<i>B.microti</i>	Lisse	Campagnols sauvages et renard	non rapporté	Scholz <i>et al.</i> , (2008)
<i>B.inopinata</i>	Lisse	Humain (réservoir naturel ?)	++	Scholz <i>et al.</i> , (2009)
<i>B.papionis</i>	(?)	Babouins (Papio spp.)	non rapporté	Whatmore <i>et al.</i> , (2014)
<i>B.vulpis</i>	(?)	Renard roux (Vulpes vulpes)	non rapporté	Scholz <i>et al.</i> , (2016)
<b>N.N. *****</b>	Lisse	Grenouille	non rapporté	Soler-Lloréns <i>et al.</i> , (2016)

\* : Différentes espèces de *Brucella* et leurs hôtes naturels selon les différents auteurs.

\*\* : Presque toutes les espèces de *Brucella* peuvent infecter d'autres mammifères en plus de leur hôte principal, à l'exception de *B.ovis*.

\*\*\* : Les différents biovars de *B.suis* varient dans leur potentiel zoonotique.

\*\*\*\* La raison pour laquelle *B.ovis* n'est pas zoonotique contrairement au reste des espèces de *Brucella* est attribuée au fait que le génome de *B.ovis* contient un pourcentage élevé de pseudogènes et d'autres éléments génétiques mobiles comparativement au reste des espèces de *Brucella*, dues à la dégradation du génome en parallèle avec une faible susceptibilité de l'hôte à *B.ovis*. Ces facteurs, outre l'inactivation des gènes responsables de la synthèse des protéines de la membrane externe de l'enveloppe, entraînent la perte de la capacité de *B.ovis* à envahir l'homme et de nombreuses autres espèces de mammifères.

\*\*\*\*\*: Aucune donnée n'est encore disponible sur sa capacité zoonotique.

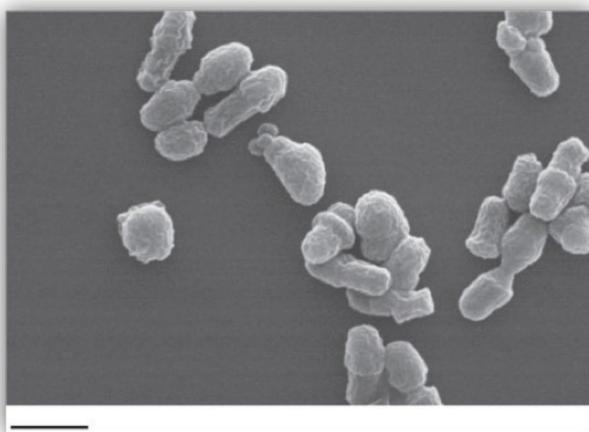
Parmi ces espèces reconnues et classées qui composent le genre de *Brucella*, celles qui sont pathogènes pour l'homme sont : *B. abortus* (bovins), *B. melitensis* (chèvres et moutons), *B. suis* (porc), et *B. canis* (chiens). Les infections humaines par *B. canis* sont rares, en revanche, les trois autres espèces de *Brucelles* sont les plus pathogènes pour l'homme (El-Sayed et Awad, 2018 ; Garin-Bastuji et Delcueillerie, 2001 ; Hubalek *et al.*, 2007 ; Young *et al.*, 1989).

La distinction des espèces est basée sur des épreuves de digestion par des phages et des tests biochimiques simples (oxydase, uréase, etc.) et la détermination des biovars est réalisée grâce à des tests qui permettent leur identification et confirment l'identification d'espèce selon l'exigence de la bactérie en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), la production de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), la fixation d'un colorant (fushine basique et thionine) et l'agglutination à l'aide de sérum monospécifiques A (Abortus) et M (Melitensis) (chaque *Brucelle* présente 2 types d'antigènes A et M). Selon la prédominance du type d'antigène, l'espèce et le biovar sont définis (OIE, 2018).

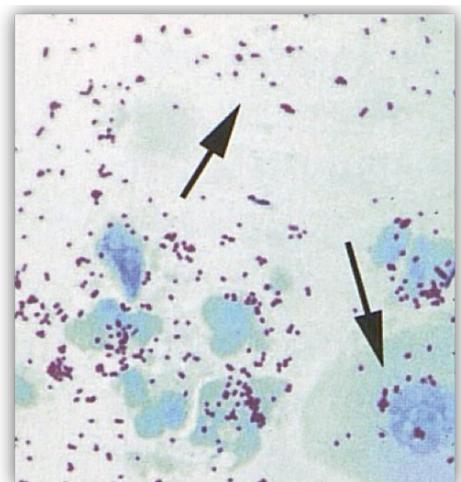
### 3. Caractéristiques de *Brucella*

Le genre *Brucella* est classé taxonomiquement, dans le groupe alpha des *Proteobacteriaceae*. Les études de génétique moléculaire ont démontré clairement que les espèces les plus proches de ce genre, sur le plan phylogénique, sont les bactéries pathogènes et symbiotes des plantes (*Rhizobium* spp. et *Agrobacterium* spp.), ainsi que, les pathogènes animaux intracellulaires (*Bartonella* et *Rickettsia*) et certaines bactéries opportunistes ou du sol (*Ochrobactrum*) (OIE, 2018).

Typiquement, les *Brucella* sont de très fines bactéries qui mesurent 0,6 µm à 1,5 µm de long et 0,5 à 0,7 µm de diamètre (figure 2), à Gram négatif, immobiles, asporulées, non encapsulées, animées de forts mouvements browniens (OIE, 2018 ; Whathmore *et al.*, 2014). Elles présentent une caractéristique tinctoriale liée à l'acido-résistance de la paroi qui peut être révélée par certaines techniques colorimétriques (coloration de Ziel-Nielsen modifiée par Stamp,) (figure 3) (Alton *et al.*, 1988 ; Corbel, 2006). Ce sont des coccobacilles à culture délicate, qui nécessitent pour leur croissance, qui est lente, un milieu aérobie strict, enrichi. En conséquence, il existe un délai non négligeable pour l'obtention du diagnostic de certitude par culture et typage bactérien. Les colonies des souches de *Brucella* sont toujours positives pour la catalase, mais la production de l'oxydase, l'uréase et le sulfure d'hydrogène sont variables (Alton *et al.*, 1988 ; OIE, 2018).



**Figure 2.** Vue au microscope électronique de *Brucelles* isolées de babouins (barre=1 µm) (Whathmore *et al.*, 2014)



**Figure 3.** Coloration des *Brucelles* (par la méthode Ziehl-Nielsen modifiée) (Corbel, 2006)

### 3.1. Caractéristiques antigéniques et typage moléculaire

Les bactéries du genre *Brucella* sont d'identification difficile par les méthodes phénotypiques. L'utilisation de système rapide identifie à tort *Brucella* comme espèces de *Moraxella*, *Haemophilus* et d'*Ochrobactrum*. Les *Brucella* sont parmi les bactéries les plus dangereuses à manipuler en termes d'infections acquises au laboratoire (OIE, 2018). En raison de ce fort risque de transmission de l'infection, il est recommandé de mettre en place les pratiques de biosécurité de niveau 3 (BSL-3) concernant les équipements et les installations de confinement pour la manipulation des cultures lorsque cette bactérie est suspectée.

Les *Brucelles* sont des agents pathogènes de classe III qui aux États-Unis sont considérés comme un agent potentiel de bioterrorisme en raison de ses faibles doses infectieuses (10-100 bactéries), de sa persistance dans l'environnement, de sa transmission rapide par différentes voies, notamment les aérosols, et de son traitement difficile par les antibiotiques. Elles sont inscrites sur la liste des agents pathogènes prioritaires de catégorie B par le Centre américain de contrôle des maladies (CDC, 2014), ce qui rend la possession de la bactérie ou même l'ADN *Brucella* strictement règlementée (El-Sayed et Awad, 2018).

Présentement, les *Brucelles* sont plus facilement identifiées par méthode moléculaire (OIE, 2018). En effet, les techniques d'amplification en chaîne par polymérase (PCR) constituent un moyen additionnel de détection, d'identification et de typage des *Brucella* dans un échantillon. La détection de la présence d'ADN de *Brucella*, permet donc, dans une certaine mesure, une différenciation entre espèces de *Brucella* et entre certains de leurs biovars, de même elles sont réalisées avec succès dans le typage des *Brucella* et la distinction des diverses souches vaccinales.

Les complexes lipopolysaccharides (LPS) et deux polysaccharides apparentés, l'haptène natif (HN) et le polysaccharide (B), et au moins, une vingtaine d'antigènes protéiques ou glycoprotéiques sont parmi les principaux antigènes essentiellement identifiés chez les *Brucelles*. Les LPS sont caractérisés par une variation de phases à l'origine des phénotypes lisse (LPS-S) et rugueux (LPS-R). La localisation des antigènes LPS et protéiques est différente sur la cellule. Tandis que les premiers sont localisés à sa surface, la plupart des seconds se trouvent à l'intérieur de la cellule (FAO/OMS, 1986).

Le LPS est l'antigène majeur des *Brucella* en phase lisse et la majorité des anticorps produits chez l'hôte infecté sont spécifiques aux épitopes A et M portés par cette molécule. La distribution quantitative de ces derniers varie selon les biovars de *Brucella* lisses (Boschiroli et al., 2006).

Les complexes LPS et certains des antigènes protéiques sont mis à profit dans les épreuves classiques de diagnostic (agglutination, épreuve au rose Bengale, fixation du complément et test de l'anneau sur le lait) ainsi que dans l'activité protectrice des vaccins (FAO/OMS, 1986).

Des réactions sérologiques croisées peuvent avoir lieu entre les *Brucella* et certaines bactéries ayant des caractéristiques antigéniques proches d'elles telles que : *Salmonella* ou *spurbana*, *Xanthomonas maltophilia*, *Yersinia enterocolitica* O:9, *Francisella tularensis*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* O:157, et *Pseudomonas maltophilia*, ainsi que, les anticorps vaccinaux induits par le vaccin à *B.abortus* S19 (Alton et al., 1988; Nielsen, 2002, Saegerman et al., 2004). L'exposition de l'hôte à ces microorganismes peut donner lieu à des titres significatifs,

au plan du diagnostic, en anticorps réagissant avec les antigènes cellulaires ou le LPS-S de *Brucella* utilisés dans les épreuves de diagnostic (FAO/OMS, 1986).

### 3.2. Résistance et survie des *Brucelles*

La diversité des niches écologiques pour les *Brucelles*, explique leur capacité à survivre dans leur environnement pendant de longues périodes, si les conditions leurs sont favorables (Bueno-Mari *et al.*, 2015 ; WHO, 2006).

Par contre, elles sont sensibles à la chaleur en milieu liquide (elles sont facilement tuées par la pasteurisation ou l'ébullition de courte durée), et aux radiations ionisantes. Elles survivent à la dessiccation particulièrement dans un milieu comportant des protéines, et restent viables dans la poussière et le sol pendant une période allant jusqu'à 10 jours. De même, ces bactéries peuvent survivre pendant de longues périodes (10 à 70 jours) dans l'eau particulièrement lorsque la température est basse. La survie est prolongée dans les tissus congelés pendant de nombreuses années. En outre, les *Brucelles* survivent dans les déjections de bovins durant au moins 120 jours, dans le fœtus avorté au moins 75 jours, dans les exsudats utérins au moins 200 jours et dans le purin, pendant une période pouvant aller jusqu'à 2 ans et demi, si la température est maintenue autour de 0°C. Ces bactéries résistent longtemps dans les milieux extérieurs (35 jours dans un pâturage ombragé et 8 jours dans le lisier) (Maurin et Brion, 2009).

Cependant, les *Brucella* peuvent facilement être détruites au moyen de la plupart des désinfectants en suspension aqueuse, tels que, le phénol ou le formaldéhyde et par certains antibiotiques *in vitro* (FAO/OMS, 1986 ; OIE, 2018).

# **Chapitre II.**

## **Situation Géographique**

## 1. Situation mondiale

La brucellose est encore présente dans les cinq continents. Les taux d'incidence et de prévalence de cette maladie y varient considérablement, d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre dans un même pays (Aggad et Boukraa, 2006; Al-Majali *et al.*, 2009 ; Barkalla *et al.*, 2014 ; Boschiroli *et al.*, 2006 ; Boukary *et al.*, 2013 ; Gwida *et al.*, 2010; Lucchese *et al.*, 2016 ; Refai , 2002).

Toutefois, dans plusieurs pays, sa distribution est plutôt rare à cause de l'aspect insidieux de la maladie. En effet, de nombreux pays aux ressources limitées font face à d'autres maladies infectieuses ayant des conséquences sanitaire et économique néfastes, comme la fièvre aphteuse ou la peste des petits ruminants, et de ce fait, la maladie reste sous diagnostiquée.

L'état sanitaire des élevages est fonction des programmes de lutte et des moyens mis en œuvre par chaque pays pour combattre la maladie. Plusieurs pays sont parvenus à éradiquer la brucellose animale après de longues années de campagnes sanitaires, combinant vaccination, dépistage et abattage. Raison pour laquelle, la plupart des pays d'Europe du Nord, les Etats Unis, le Canada, le Japon, l'Australie et la Nouvelle-Zélande sont considérés comme indemnes de l'infection (Acha et Szyfres, 2005; Godfroid et Käsbohrer, 2002; HPA, 2011; OIE, 2017 ; Olsen et Tatum 2010).

Bien que la brucellose ait été éradiquée de plusieurs pays développés, elle reste un problème de santé publique majeur dans de nombreuses régions du monde, particulièrement en Afrique, en Amérique du sud et en Asie (figure 4) (Rossetti *et al.*, 2017).



**Figure 4.** Distribution mondiale de la brucellose caprine (Rossetti *et al.*, 2017).

Les pays colorés en bleu indiquent les pays dans lesquels des brucelloses caprines, humaines, bovines ou ovines, dues à une infection à *B. melitensis* ont été signalées ces dernières années (2005 ± présent).

Les pays en gris indiquent que la maladie n'est pas présente ou que son statut est inconnu.

## 2. Dans les pays développés

L'incidence de la brucellose a fortement diminuée dans les pays où la surveillance de cette zoonose est organisée (vaccination systématique des animaux d'élevage et surveillance vétérinaire drastique) (FAO/OMS, 1986). Certains pays sont reconnus indemnes de la brucellose bovine, caprine et ovine grâce à une surveillance de routine et une surveillance ciblée (OIE, 2017).

La lutte contre la brucellose a débuté en 1934 aux États Unis d'Amérique et dans les années 1940 au Canada. Avec des programmes réguliers basés sur l'élimination des sujets, le Canada est déclaré exempt de la maladie en 1985 ainsi que les 50 États des USA en 2008 (Olsen et Tatum, 2010). Néanmoins, deux (2) nouveaux foyers y ont été notifiés en 2017 (OIE, 2017). La Suède est reconnue indemne de la brucellose des grands et petits ruminants, domestiques et sauvages depuis 1957, y compris les suidés domestiques. De même, en Suisse, la maladie bovine est officiellement absente depuis 1996, celle des petits ruminants depuis 1985 et des suidés depuis 2009. En Grande-Bretagne Le dernier foyer déclaré chez le bétail était en 2004 (OIE, 2017).

La France a bénéficié du statut « officiellement indemne » de brucellose bovine depuis 2005, au sens de la réglementation européenne et de cette même reconnaissance pour la majorité des départements pour la brucellose des ovins et caprins. De même, le dernier cas de brucellose chez les ruminants a été rapporté en 2000 en Belgique (CERVA, 2013 ; Garin-Bastuji et Delcuelle, 2001). Malencontreusement, malgré tous les dispositifs pris pour le maintien d'un statut indemne de la maladie sur l'ensemble de leurs territoires nationaux, il a été constaté, la réémergence de la maladie en 2012 chez les bovins en France et en Belgique (Mailles *et al.*, 2012 ; OIE, 2012 ; Rossetti *et al.*, 2017). En effet, deux foyers de brucellose bovine ont été confirmés en France. Le premier foyer, assaini rapidement, était dû à l'importation d'un bovin infecté. Le second foyer était dû à un important réservoir sauvage (bouquetins du massif du Bargy) (Hars *et al.*, 2013). En Belgique, ce sont 06 foyers de la maladie qui ont été diagnostiqués entre 2012 et 2013 (OIE, 2013). Présentement, la brucellose est absente chez les ruminants domestiques depuis 2012 en France et 2013 en Belgique (OIE, 2017). En Italie, en Espagne ou au Portugal, seulement certaines régions sont reconnues indemnes de brucellose (ECDPC, 2016 ; Sánchez Serrano *et al.*, 2005).

Dans les pays officiellement indemnes de brucellose animale, la majorité des cas de brucellose humaine sont des cas « importés » de pays d'endémie, « contaminés » lors d'un séjour en zone enzootique, telles que, le Portugal, l'Algérie, la Turquie, la Tunisie, le Liban, la Chine, le Maroc, Pakistan, l'Arabie Saoudite, etc. (InVS, 2016 ; Rossetti *et al.*, 2017).

## 3. Dans le Bassin méditerranéen

La brucellose demeure endémique dans le bassin méditerranéen. Les zones à haut risque de la maladie se trouvent dans le sud du pourtour de cette région ( le Portugal, l'Italie, la Grèce, la Turquie et l'Afrique du Nord) (Borischoli *et al.*, 2006 ; OIE, 2017).

La brucellose affecte plusieurs régions d'Espagne bien que le taux national de l'infection bovine chez les troupeaux ait considérablement régressé de 11,77% en 2001 à 0,02% en 2016. Ainsi, le programme national d'éradication mis en place par l'Espagne au milieu des années 90 a permis de ramener la prévalence de la brucellose bovine à un très faible niveau. Néanmoins, cette tendance à la baisse n'a pas été homogène dans l'ensemble du pays, en raison, du moins en partie, des conditions épidémiologiques dans certaines zones appelées «zones

d'incidence spéciale», dans lesquelles l'infection à *B.bovis* prédomine. En effet, le niveau de contamination et le risque de propagation de l'épizootie sont particulièrement élevés dans certaines communautés autonomes, telles que, la Cantabrie (0,20%), l'Andalousie (0,13%), et l'Estrémadure (0,04%). De même, des valeurs très proches ont été observées chez les petits ruminants (MAPAE, 2017). Concernant la maladie humaine, il apparaît que la diminution du taux de l'incidence de la brucellose chez les herbivores domestiques a eu un effet direct positif sur la baisse de l'incidence de cette zoonose chez l'homme (Sánchez Serrano *et al.*, 2005). Tout de même, tout récemment, en 2017, dix (10) personnes ont été testées positives pour la brucellose. L'infection semble avoir pour origine l'abattage de moutons d'une ferme productrice de viande (Morvan, 2017).

Au sujet de la Grèce, elle comptait 1,9% de petits ruminants et 2,94% de bovins infectés en 2000. L'incidence moyenne chez l'homme a été estimée à 1,43 pour 100.000 habitants entre 2007-2012. La majorité des personnes atteintes étaient des hommes (67,60%) (Fouskis *et al.*, 2018 ; Godfroid *et al.*, 2002).

L'Italie est l'un des pays à avoir appliqué des mesures strictes de lutte contre la brucellose. En dépit de cela, la maladie continue de faire des ravages. Un taux de 5,6% a été constaté dans le cheptel bovin en 2010, dont 3,6% nouvellement contaminés (Calistri *et al.*, 2012).

En Turquie, la brucellose est fortement prévalente, il a été estimé des taux de séroprévalence de 32,92% sur un cheptel bovin à antécédent d'avortements (Otlu *et al.*, 2008). Quelques années après, les valeurs sont demeurées élevées, soit 22,75% en élevage, et la maladie est significativement plus élevée chez les petits ruminants (26,92%) par rapport aux bovins (17,65%). En 2012, la séroprévalence est de 22,75% dans les élevages bovins et de 6,7% chez les humains (Bora *et al.*, 2016). La position géographique de ce pays est toujours un facteur de risque pour la propagation de maladies infectieuses, en particulier de ses voisins de l'est et du sud-est. Effectivement, la brucellose est endémique dans tous les pays qui se trouvent autour de la Turquie (en particulier en Iran, en Irak et en Syrie). En Iran, la prévalence de la brucellose humaine pose un grave problème de santé publique, avec près de 240 cas par million. Chez les ovins et les caprins, des taux élevés de 10,2%, et chez les bovins, de 17,5% ont été enregistrés dans les années 1990. Également, en Iraq, la séroprévalence chez les ovins et les caprins était de 15% et chez les bovins de 3%, environ 280 cas humains par million sont atteints de brucellose. C'est en Syrie que l'incidence de la brucellose humaine est la plus élevée au monde. On relève plus de 1600 cas par million de malades (Bora *et al.*, 2016).

#### 4. En Afrique

Les études de séroprévalences menées à travers le continent africain, montrent que les données sur les taux d'infection de la brucellose bovine sont très disparates. En effet, on estime en Egypte, des taux de 3,3 à 4,1%, dans un groupe de bovins apparemment sains et entre 53,7% à 67,98%, dans un groupe de bovins ayant divers troubles de la reproduction (Gwida *et al.*, 2015). En Afrique sub-saharienne et en Ethiopie, l'estimation des prévalences individuelle et cheptel étaient respectivement de 3,1% et de 15%, avec un taux individuel significativement élevé, de 26,98% dans les élevages à antécédents d'avortement (Ibrahim *et al.*, 2010). De même, la brucellose bovine est très prévalente et endémique au Soudan (Abdalla et Hamid, 2012), au Mali et au Niger (Akakpo et Ndour, 2013), où l'infection sévit également à un haut degré avec des taux respectifs de 22,4%, 22%, 30% et 17,8% chez les bovins pour chaque pays. En revanche, un taux relativement faible, de 1% a été relaté en Mauritanie (Akakpo et Ndour, 2013).

Dans cette région d'Afrique, la prévalence de l'infection brucellique chez les animaux est fortement dépendante de l'espèce animale, de la taille et strates de l'échantillon ainsi que, de la région concernée par l'étude. De plus, les élevages sont généralement conduits en extensif, ce qui favorise la diffusion furtive de la maladie au sein des troupeaux dans cette zone saharienne.

## 5. Au Maghreb

Quant Aux pays du Maghreb, peu d'enquêtes sont réalisées et les données concernant la brucellose humaine et animale sont, soit peu nombreuses, soit peu récentes et non actualisées (Aggad, 2003; Benkirane, 2001; Chakroun et Bouzouaia, 2007; Refai, 2002 ; Gwida *et al.*, 2010). Souvent, elles sont inexistantes comme c'est le cas de la Mauritanie, où aucune information sur la présence ou l'absence de la maladie n'est signalée, et ce, depuis 2013 (OIE, 2017). En Lybie quelques travaux réalisés sur la brucellose bovine dans cette région, indiquent une proportion de 42% de bovins infectés (Ahmed *et al.*, 2010).

Au Maroc, c'est en 1916 à El-Jadida, que les premiers cas de brucelloses sont diagnostiqués (Benhabylles *et al.*, 1992). Les brucelloses animales sont plutôt rares en 1936 et sont considérées comme des maladies d'importation. Il a été signalé trois enzooties qui ont été maîtrisées durant cette période (Vélu, 1937). Plus tard, le même constat a été fait en 1974, lors des investigations sérologiques réalisées sur les élevages bovins de différentes provinces. En effet, les résultats ont montré que le centre de l'infection brucellique était la région de Casablanca, où ce concentrait la plupart des races importées, les taux trouvés étaient de 27% (Belkhatat, 1976). Jusqu'à présent, peu d'études sont réalisées dans le pays. Au cours de la décennie allant de l'année 1981, jusqu'au début de l'année 1991, aucun cas de brucellose n'a été déclaré, cependant quelques rares observations sont rapportées par les services cliniques.

L'exploitation des données de la banque de sérums prélevés de 1980 à 1991 pour la recherche sérologique de la brucellose ovine et caprine, a décelé des taux de l'infection ovine de 15,64% et ceux de l'infection caprine de 10,71% (Benhabylles *et al.*, 1992). Ces résultats n'ayant qu'une valeur qualitative, ont permis à l'époque de confirmer la présence de l'infection à *B. melitensis* dans le pays. En effet, cette bactérie a été isolée de prélèvements issus d'ovins. Entre 1996 et 1997, des prévalences troupeaux ont été rapportées dans les provinces qui se trouvent le long de la frontière algéro-marocaine (Benhabylles *et al.*, 1992). Du point de vue territorial, se sont les régions les plus infectées.

En 2004, deux foyers bovins (72 cas) ont été déclarés dans la province d'Agadir et un foyer de petits ruminants (11 cas) dans la province de Khénifra (OIE, 2005). La maladie clinique a été déclarée chez les bovins, caprins et ovins de 2005 à 2008 et de 2009 à 2011 chez les bovins (OIE, 2012). L'enquête sur la brucellose animale réalisée par l'Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires (ONSSA) en 2010, a révélé une prévalence sérologique moyenne de 2,15 % chez les bovins (ONSSA, 2016). Les résultats n'ont connu aucun changement, du point de vue individuel, par rapport à ceux observés lors de l'enquête nationale (2010-2011) qui avait dévoilé une séroprévalence animale et troupeau de 2,1% et 4,9% respectivement (Ducrottoy *et al.*, 2015).

Après l'année 2011, des taux individuels de 33,5% et troupeaux de 88%, ont été relevés dans le nord ouest du pays (Lucchese *et al.*, 2016). L'enquête avait porté sur un petit nombre d'élevages laitiers, dans lesquels des avortements ont souvent été signalés. Chez l'homme, la moyenne des déclarations de la brucellose est de 16,6 cas par an de 2007 à 2011 (DELM, 2012).

En Tunisie, les premières observations sur la fièvre de Malte ont été décrites par Charles Nicolle en 1909. Plus tard, de 1985 à 1989 et selon les bulletins épidémiologiques trimestriels du Ministère de la Santé, la brucellose humaine semblait être une maladie rare (Benhabylles *et al.*, 1992). C'est en 1989, qu'un nombre considérable de cas a été enregistré dans le sud-ouest du pays. Depuis, l'endémicité de la maladie persiste dans ces régions (Chakroun et Bouzouaia, 2007). En 2012, un foyer de brucellose bovine a été notifié avec un taux d'infection d'environ 6% (OIE, 2017). Malgré la mise en place de mesures sanitaires depuis plusieurs années, le taux de séroprévalence dans la région nord de la Tunisie était de 3,37% dans les troupeaux bovins, caractérisés par des avortements brucelliques. Ces élevages de type extensif et traditionnel, se trouvent dans une zone où 70% des cheptels bovins cohabitent avec des ovins et des caprins. La fréquence de l'infection brucellique chez les petits ruminants de la région nord est moins importante dans les troupeaux ovins (1,05%) par rapport aux caprins (13,2%) (Elandalousi *et al.*, 2015).

Dans la même région, un taux incontestablement élevé, de 31,3% a été retrouvé chez les vaches ayant avortées par rapport à celui relevé chez des femelles dont la gestation et la parturition se sont déroulées normalement, soit une valeur de 7,8% (Barkallah *et al.*, 2014). Il faut souligner qu'en Tunisie, la maladie est particulièrement recherchée chez les caprins dans la mesure où elle pose un problème crucial en santé publique (OIE, 2017).

Les mêmes constatations que précédemment ont été avancées en Lybie, en ce qui concerne la séropositivité de la brucellose qui est plus élevée au niveau animal chez les caprins (31%), par rapport aux ovins (24%). De même, dans cette même étude, il a été noté un pourcentage élevé de bovins infectés (42%) dans un élevage situé dans une zone montagneuse du pays. Ces fortes valeurs sont liées aux méthodes d'élevage (Ahmed *et al.*, 2010).

## 6. En Algérie

### 6.1. Situation de la brucellose animale

La brucellose a été décrite la première fois par Cochez en 1895 dans la région ouest de l'Algérie (Ardin-Delteil, 1926). Après la conquête de l'Algérie par les français, des études ont été entreprises à partir de 1920 pour la connaissance des maladies qui paraissaient nouvelles ou envahissantes. Ces maladies montrent que l'importance des brucelloses va grandissant en raison des relations qui existent entre les infections humaines et caprines, d'une part, et des infections bovines, d'autre part (Donatien et Lestoquard, 1931). La maladie était surtout fréquente chez la chèvre, dans le département d'Oran, riche en sujets de l'espèce caprine. Durant cette période, l'avortement épizootique existait en Algérie dans les mêmes conditions que dans la métropole française, sauf que sa fréquence semble augmenter avec la constitution de nouvelles laiteries, dans lesquelles se trouvent des vaches importées de France. Dans le rapport du docteur Sergent (1939), ayant trait aux travaux de recherches de l'IPA d'Alger, la fièvre ondulante est confirmée sérologiquement chez l'homme (33 sérums positifs parmi 422 analysés). En outre, et toujours par sérodiagnostic, la brucellose est présente chez les bovidés (19 séropositifs sur 27), chez les petits ruminants (6 séropositifs sur 22) et chez un équidé. Néanmoins, la maladie n'a pas été trouvée dans les sérums de 2 porcins. C'est ainsi que la brucellose n'a cessée de se propager et sévir de manière endémique dans le pays.

Beaucoup plus tard, après l'indépendance de l'Algérie, plusieurs cas de brucellose ont été rapportés par les chercheurs de l'IPA d'Algérie. Devant la fréquence des avortements épizootiques, constatés chez les femelles laitières importées, des sondages ont été entrepris de 1964 à 1969 dans les domaines autogérés de tout le territoire algérien, pour déterminer

ainsi, le taux d'infection. Au même moment, une campagne de prophylaxie sanitaire a été entreprise par le ministère de l'agriculture. Le constat était alarmant, car les résultats avaient indiqué l'existence d'une sévère enzootie en Algérie. En effet, des taux d'infection très élevés étaient relevés chez les bovins de races pures des secteurs autogérés de l'État. Ils étaient de 23% et de 16,9%, respectivement au cours des années 1969 et 1970 (Benlmouffok, 1970). De surcroît, il a été constaté, l'étendue de l'infection principalement au nord du pays, là où se trouvaient de fortes unités de production.

En dépit de la mise en place à partir des années 1970, d'un programme de dépistage systématique en vue d'assainir les cheptels bovin, caprin et ovin contre la brucellose, la situation des élevages ne s'était guère améliorée. Les taux d'infections restaient encore très élevés à cause d'une mauvaise application des mesures de prophylaxie préconisées en la matière. En effet, un bilan de sept années de dépistage sérologique de la brucellose en Algérie (de 1969 à 1976) a été dressé (Benlmouffok, 1978-1979). Il fait état d'un taux d'infection de 12%, taux qui s'était stabilisé après les années 1970.

Après l'explosion de l'épidémie de Ghardaïa où plus de 600 cas humains ont été notifiés, il a été instauré en 1984 (Cherif *et al.*, 1986), l'obligation de la prophylaxie de cette maladie à l'échelle nationale (MADR, 1996a ; MADR, 1996b). Seulement, cette mesure ne couvrait pas l'ensemble des élevages, mais uniquement les élevages bovins du secteur public qui représentaient moins de 10% du cheptel national (DSV, 2005).

Depuis, la situation sanitaire est variable chez les bovins selon les régions du pays et les années considérées. Ainsi, dans le cadre du suivi sanitaire sérologique de la brucellose dans la région Centre de l'Algérie, on note en 2005 des prévalences cheptel et individuelle respectivement de 3% et 0,81% (Lounes et Bouyoucef, 2007). Une étude réalisée dans la région de Tiaret, indique un taux de séroprévalence de 2,35 à 3,5% en 2003, avec un taux d'incidence de 2,35% (Aggad, 2003). Une seconde enquête, indique un taux de séroprévalence moyen de 2,6% au niveau animal et de 15,7% au niveau troupeau (Aggad et Boukraa, 2006). Ces valeurs sont toutefois, variables en fonction des zones enquêtées (allant de 8% à 25% au niveau troupeau et de 0,95% à 3,99% au niveau animal) et, ne concernaient toutefois, qu'une partie des troupeaux.

À l'extrême Est du pays, dans la région d'El Taref, des taux individuels importants, de 10,4%, ont été relevés chez des vaches laitières (Bouzid *et al.*, 2010).

En ce qui concerne le cheptel ovin et caprin, une enquête réalisée de 1986 à 1989 dans les wilayas de l'ouest algérien avait montré un taux global de séropositivité significativement élevé chez les caprins (12,01%) par rapport aux ovins (2,18%). Les taux de séroprévalences troupeaux étaient de 42% et 43,5% respectivement, pour les caprins et les ovins (Benhabyles *et al.*, 1992). Devant cette situation, et pareillement aux bovins, des mesures d'assainissement basées sur le dépistage et l'abattage des animaux sérologiquement positifs ont été instaurées pour la lutte contre la maladie (MADR, 1996a).

Un certain temps après, l'enquête menée en 2000 dans le cadre d'un projet FAO, effectuée chez les petits ruminants non transhumants, a permis d'identifier 3,6% des cheptels ovins ou mixtes et 9,6% des cheptels caprins atteints de brucellose. L'infection se concentrait surtout à l'Est et au Centre du pays, là où le cheptel est le plus abondant (Garin-Bastuji, 2005). A cet égard, et selon cet auteur, les opérations d'assainissement par abattage des animaux positifs semblent incomplètement réalisées et, les cheptels infectés rarement suivis en contrôles exhaustifs, rapprochés dans le temps.

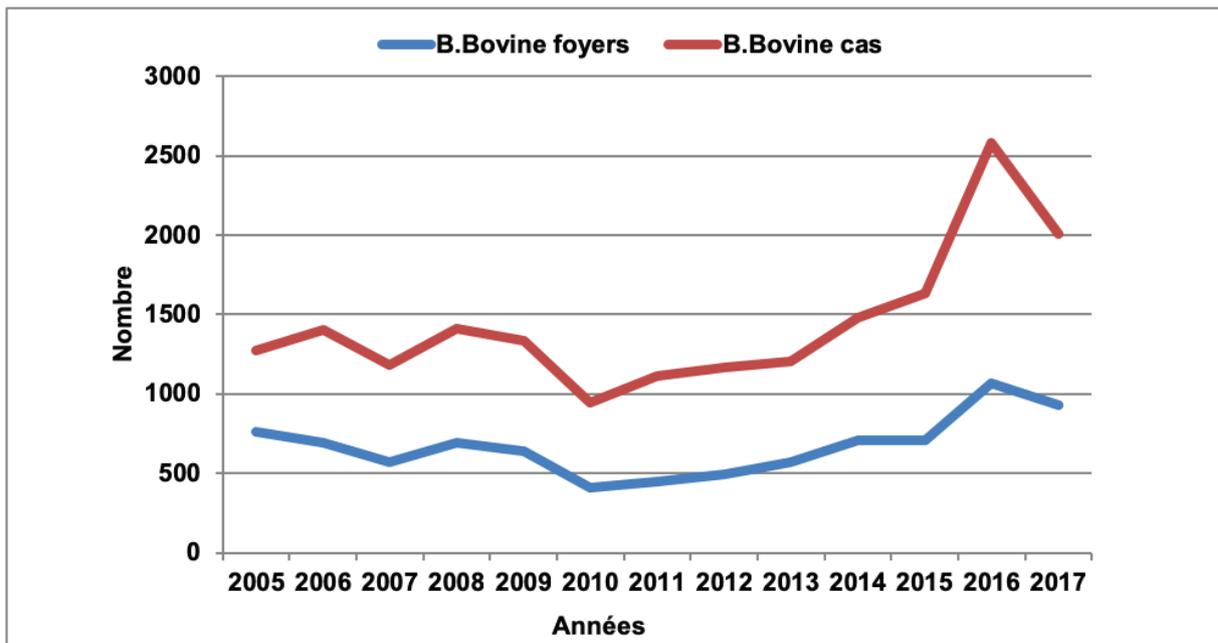
Toujours dans le cadre du suivi sanitaire sérologique de la brucellose chez les caprins, dans la région Centre de l'Algérie, les résultats montrent des séroprévalences de 13,4% au niveau animal et de 31% au niveau cheptel (Lounes et Bouyoucef, 2008), de 2,6% à Tiaret (Aggad, 2003) et de 3% à El-Bayadh avec des taux élevées chez les femelles d'âge égal ou supérieur à 4 ans (Nehari *et al.*, 2014). Au niveau troupeau, les valeurs sont de 10,14% à El-Bayadh. À la différence des caprins, dans cette dernière région, le taux d'infection chez les ovins est comparativement très faible au niveau animal, soit, de 1,42%.

Dans une autre étude réalisée chez les petits ruminants, il a été constaté des séroprévalences troupeaux très hétérogènes, de 5%, 0%, 4,34%, 1,25% et 10%, respectivement dans les régions du nord, ouest, est, centre, dans la steppe et dans le Sahara (Kardjadj *et al.*, 2011). Ces fortes variations dans les taux d'infections, peuvent être imputées à la forte densité de certaines régions en troupeaux ovins et caprins, telles que les zones pastorales de Tiaret et El-Bayad, connues pour la transhumance des animaux. Ces zones sont en outre, source de contamination des élevages de ruminants par les *Brucelles*.

Au sujet de la fréquence des avortements brucelliques, celle-ci reste encore mal connue. L'évolutivité de la lutte contre la brucellose s'explique par la pathogénicité de cette maladie où l'avortement est l'expression passagère d'une infection persistante.

Ainsi, selon les travaux réalisés en 2013 par Abdelhadi *et al.*, (2015) sur des élevages de la région de Tiaret, les taux d'avortements chez les bovins a été de 6,52% pour la brucellose. En prenant en considération l'ensemble des maladies infectieuses abortives, la conduite d'élevage avait un effet hautement significatif sur le taux d'avortement. Par contre, ce dernier est nettement inférieur dans la région Centre de l'Algérie. Selon les résultats de Derdour *et al.*, 2017, la brucellose représente 3,06% des maladies infectieuses abortives des bovins.

L'évolution de la brucellose bovine (nombre de cas et de foyers) à l'échelle nationale, de 2005 à 2017, est illustrée sur la figure 5 et présentée sur le tableau en Annexe B (DSV, 2018). Selon les notifications de la DSV (1995-2017), le taux d'infection de la brucellose bovine enregistré en Algérie à l'échelle animal reste stable entre 2009-2013 (entre 0,90 et 0,92%). Les taux les plus élevés, aussi bien ceux qui concernent le nombre de foyers, que ceux concernant le nombre de sujets, sont constatés entre les années 2014 et 2017, avec un pic en 2016. En effet, à partir de 2014, 707 foyers (1484 animaux) sont déclarés, le nombre de foyers augmente pour atteindre 1066 (2581 cas) en 2016. Les taux d'infection sont par ailleurs, toujours très importants dans les troupeaux soit, de 1,4% en 2014 et de 2% en 2016. Ils restent stables en 2017 à l'échelle nationale, toutes les wilayas touchées (DSV, 1995-2017).

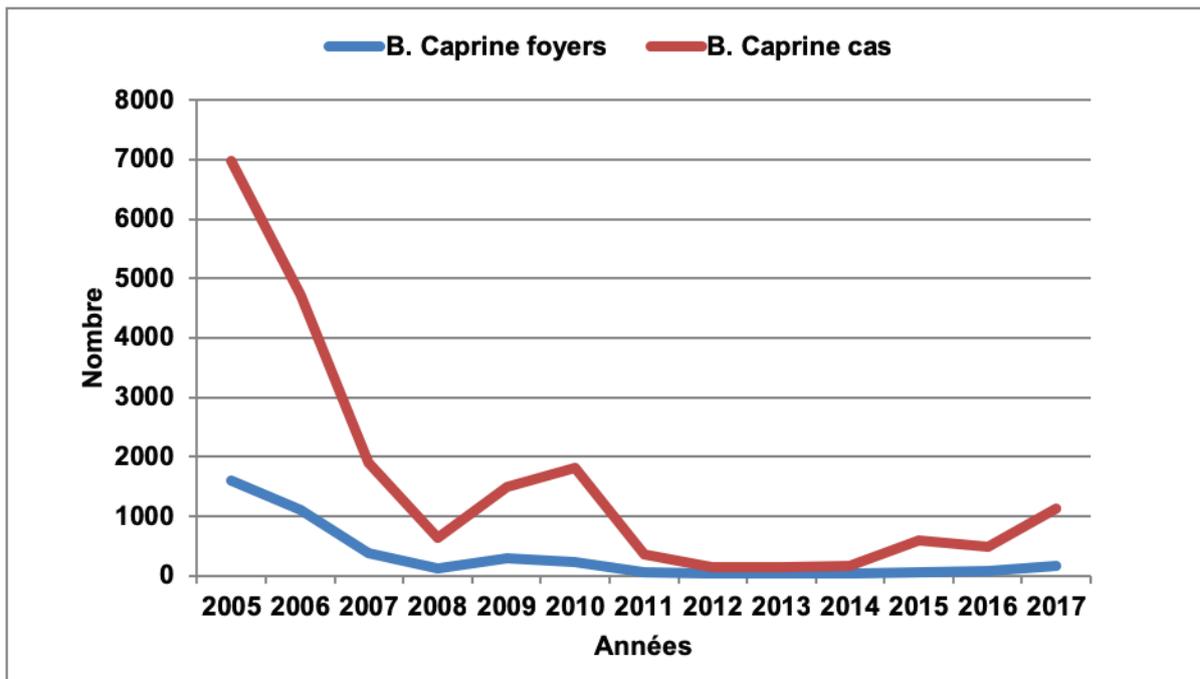


**Figure 5.** Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose bovine à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (DSV, 2018).

Comme pour l'espèce bovine, le dépistage sérologique de la brucellose n'est pas effectué systématiquement pour les petits ruminants. Il n'est réalisé qu'à la demande de l'éleveur qui désire obtenir un agrément sanitaire et zootechnique pour son élevage. Ce dépistage ne peut être systématique également, qu'en cas de notification de cas de brucellose humaine, ce à quoi, une enquête de sérodiagnostic de proximité est déclenchée autour du foyer animal pour déterminer la source de la contamination.

Il faut rappeler, que la vaccination contre la brucellose des animaux des espèces ovine et caprine n'est rendu obligatoire que dans les zones qui sont définies par décision de l'autorité vétérinaire (MADR, 2005).

À propos des données rapportées par la DSV (2018) (figure 6) (tableau en annexe B) sur l'espèce caprine, ils mettent en évidence des taux d'infections moyens de 5,74% (298 foyers) en 2009 contre 14,45% (241 foyers) en 2010.



**Figure 6.** Évolution du nombre de foyers et du nombre de cas de brucellose caprine à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (DSV, 2018).

Il a été constaté par ailleurs, une régression des opérations d'assainissement depuis le lancement de la vaccination chez les petits ruminants (MADR, 2005). Il est à signaler également, que 78,5% du total des foyers de brucellose caprine déclarés durant 2010 ont été enregistrés dans les wilayas de Béchar et El Bayadh. Au courant de l'année 2011, il a été noté une diminution de moitié du taux d'infection caprine (6,59%). En fait, la maladie n'a pas régressé, la situation sanitaire est demeuré la même, il s'agit toujours, d'une diminution des opérations de dépistage de la maladie, suite à la suppression de l'obligation du dépistage systématique de cette maladie dans les cheptels (Annexe C) et (figures 6 et 7) (DSV, 2008). Ceci est également observé durant les années suivantes, puisque la situation s'aggrave et, le nombre de foyers passe de 77 en 2016 à 164 en 2017. Le nombre de cas de brucellose caprine a également doublé, passant de 481 à 1128 durant ces mêmes années. En outre, il faut savoir que 58% des foyers enregistrés durant l'année 2013 ont été déclarés dans les wilayas de Ouargla, Ghardaïa et Ain Témouchent.

Ces taux restent très élevés malgré les opérations d'assainissement et le lancement de la vaccination chez les petits ruminants depuis 2005 (MADR, 2005), et paraissent négligeables eu égard, au nombre important d'ovins et de caprins dans le pays. Par ailleurs, il faut noter que dans les bulletins sanitaires émis par les services concernés, le nombre de foyers dépistés et ceux atteints de brucellose ne sont jamais signalés. De même, aucun cas d'avortement n'est déclaré comme stipulé dans les textes réglementaires (MADR, 1996a ; MADR, 1996b).

La situation sanitaire ne semble pas s'améliorer, si l'on considère la figure 7 concernant l'évolution du nombre de foyers de brucellose bovine et caprine au niveau national. En effet, on observe une recrudescence du nombre à partir de 2014, et particulièrement chez les bovins. Cet état de fait, est probablement dû à un relâchement du suivi sanitaire de la brucellose et ce, à cause de la crise sanitaire à l'échelle nationale, due à l'épizootie de la fièvre aphteuse chez les bovins et de la peste chez les petits ruminants (OIE, 2017).

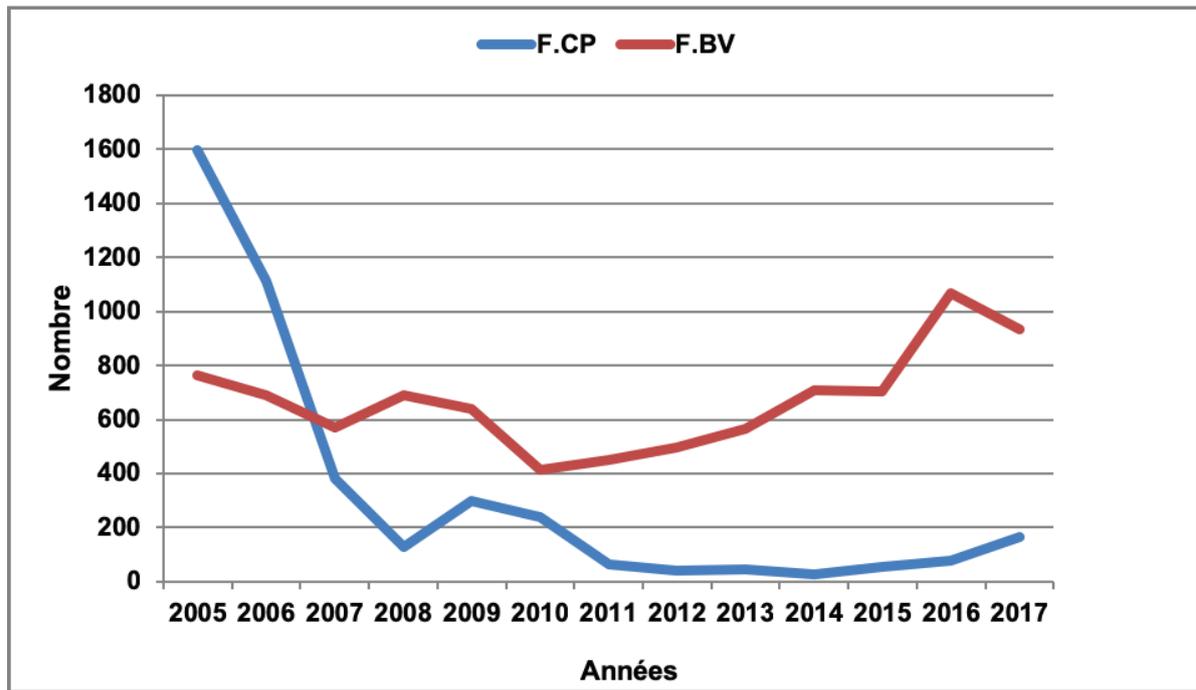


Figure 7. Évolution du nombre de foyers et de cas de brucellose bovine (F.BV) et caprine (F.CP) à l'échelle nationale, de 2005 à 2017 (DSV, 2018).

Par ailleurs, il a été constaté sur les bulletins officiels établis par la DSV, l'absence de notification quant aux taux d'incidence de la brucellose chez les animaux, et même, en ce qui concerne les autres maladies à déclaration obligatoire (DSV, 1995-2017). De plus, et pour information complémentaire, l'espèce cameline n'a été considérée comme une maladie à déclaration obligatoire, en ce qui concerne la brucellose, qu'à partir de l'année 2006 (MADR, 2006).

A l'échelle de la wilaya de Mostaganem, le bulletin mensuel des maladies à déclarations officielles de l'année 2012, fait ressortir des taux d'infection de 3,15% et 6,14%, respectivement à l'échelle individuelle et troupeau dans les exploitations bovines à agrément sanitaire (DSA, 2013-2017).

## 6.2. Situation de la brucellose humaine

La brucellose occupe une place importante parmi les zoonoses déclarées en Algérie (INSP, 1990-2017) et a de graves conséquences en santé publique (OIE, 2012 ; OIE, 2013). Déjà en 1928, les moyens de laboratoire mis en œuvre pour déceler l'infection brucellique (hémoculture, séro-réaction et intradermo-réaction) avaient montré que la fièvre ondulante était endémique dans la région d'Oran (Duffau, 1928).

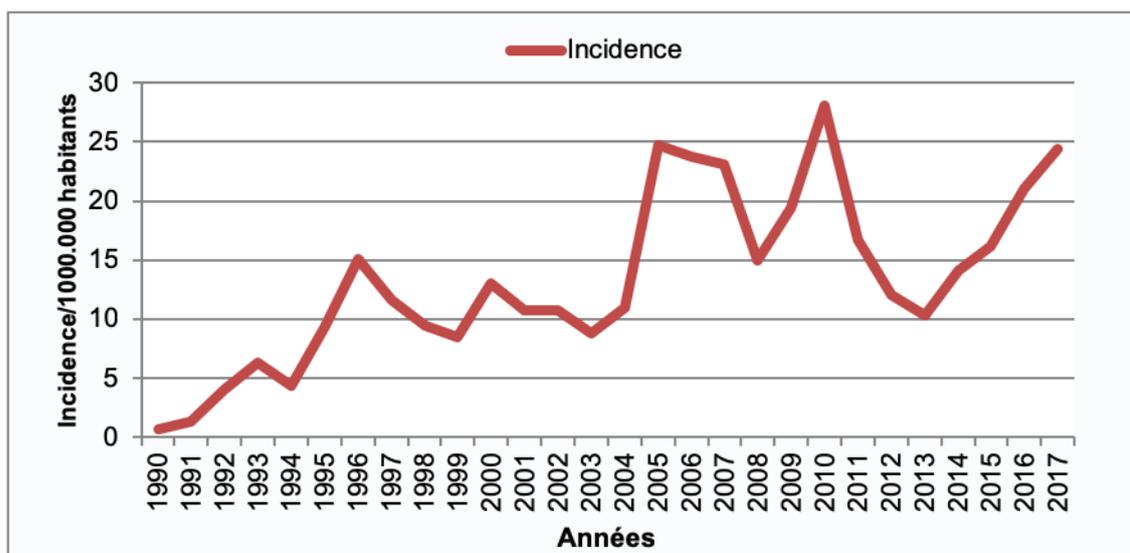
Après l'indépendance de l'Algérie, et jusqu'en 1984, aucun cas de brucellose n'avait été déclaré à l'autorité sanitaire (INSP, 2001). Après cette année, c'est suite à l'importante épidémie de brucellose qui s'est déclarée dans la vallée du M'Zab de Ghardaïa, qu'un intérêt a été porté par les autorités sanitaires à cette pathologie (Cherif *et al.*, 1986). En effet, une forte morbidité avait été constatée. Parmi les 600 cas cliniques notifiés, 248 sont confirmés par le laboratoire de l'Institut Pasteur d'Algérie (IPA). La consommation d'un fromage frais préparé à partir de lait de chèvre, de façon artisanale, était à l'origine de la maladie. *Brucella melitensis* avait été identifiée comme agent responsable de cette infection.

D'autres cas de brucellose sont ensuite enregistrés dans la région Ouest du pays, à Tlemcen, et, dans la région Est, à Sétif et M'Sila. La maladie perdure dans son extension progressivement et ce, dans pratiquement toute l'Algérie, avec un accroissement du nombre de cas humains et l'émergence de nombreux foyers d'origine animale (INSP, 2001).

En effet, les premiers cas de brucellose humaine (37 cas) ont été notés à partir de septembre 1989. Durant cette courte période de septembre à décembre deux épidémies de brucellose sont notifiées, la première dans la région de Sétif où il a été enregistré 22 cas, et, 11 cas, dont certains étaient des rechutes, ont été notés dans la wilaya de Msila. L'année suivante, 162 cas sont déclarés à l'échelle nationale, soit une incidence de 0,66 pour 100.000 habitants. En parallèle, et durant la même année, 385 cas de brucellose animale ont été déclarés, se répartissant en 19 foyers (soit un foyer par région où les cas ont été déclarés) (INSP, 2001). En fait, il faut souligner que souvent les cas de brucellose humaine ont été les révélateurs de foyers latents méconnus de brucellose animale (ceci est confirmé par les résultats des déclarations officielles, aussi bien au niveau de la DSV, qu'au niveau de l'INSP (INSP, 1990-2017)).

Par la suite, et selon le rapport de Garin-Bastuji, (2005) et les données de l'INSP, (2000-2017) (figure 8), la maladie n'a cessée d'évoluer depuis 1997. Durant cette année là, il a été déclaré un nombre de 2.200 de cas à travers le territoire national. Ce nombre a considérablement augmenté pour atteindre 3.600 cas en 2004 ; 8.508 en 2005 et 8.403 en 2006.

Si l'on considère la courbe de l'évolution des taux d'incidences annuelles pour 100.000 habitants (figure 8) (INSP, 1990-2017), on constate que celle-ci est plus ou moins stable entre les années 2000 à 2003, puis deux pics fortement ascendants sont observés en 2005 et en 2010, avec des taux respectifs de 24,71 et de 28,04 pour 100.000 habitants. Mais il faut retenir que l'incidence de la brucellose en Algérie a plus que doublé de 2004 (10,99) à 2005 (24,71 pour 100.000 habitants).



**Figure 8.** Evolution de l'incidence de la brucellose humaine à l'échelle nationale de 1990 à 2017. (Source: auteure, sur la base des relevés épidémiologiques de l'INSP, de 1990 à 2017).

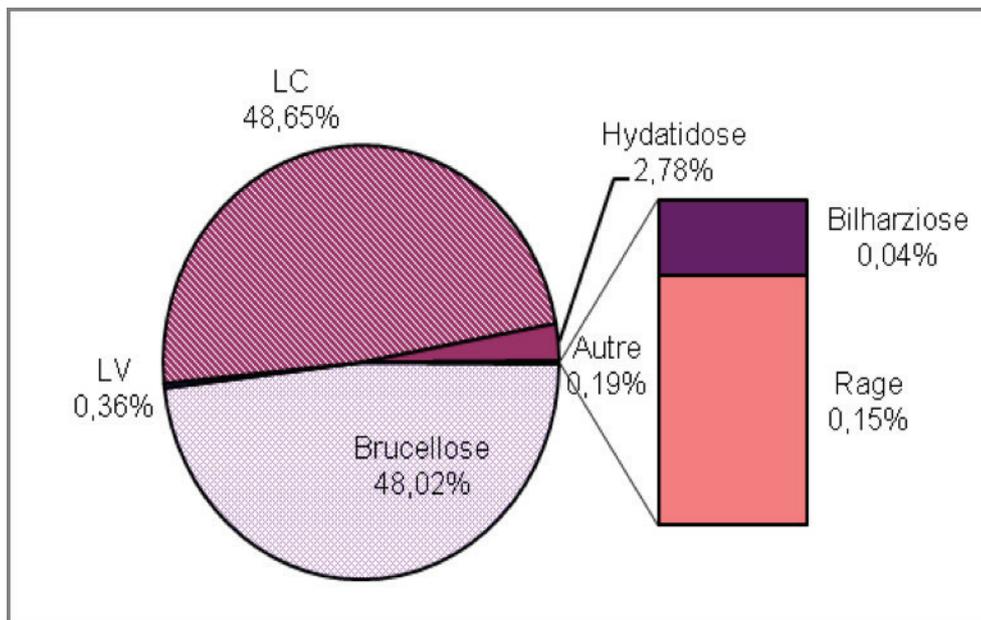
Cette même courbe devient descendante et au courant de l'année 2013, le taux avait baissé de presque le tiers, soit seulement 10,28 pour 100.000 habitants, bien que, 264 nouveaux foyers de brucellose bovine soient enregistrés durant la même année, et, la maladie clinique déclarée chez les bovins et caprins aussi bien en 2012 qu'en 2013 (INSP, 1990-2017).

À partir de 2013, le taux reprend son ascension et passe à 14,15 pour 100.000 habitants en 2014, puis de 16,15 en 2015 à 21,02 pour 100.000 habitants en 2016. Enfin, la figure 8 révèle la poursuite de l'élévation progressive du taux d'incidence de cette maladie durant l'année 2017 qui atteint 24,41 pour 100.000 habitants (pour 10.198 cas déclarés) (INSP, 1990-2017).

Le taux d'incidence de la brucellose reste toujours très élevé. Elle sévit à l'état endémo-épidémique en continuant son extension progressivement, dans pratiquement toute l'Algérie, avec une élévation de cas humains et l'émergence de nombreux foyers d'origine animale (DSV, 1995-2017 ; INSP, 1990-2017). Généralement, la période épidémique observée se situerait au cours du printemps en débordant un peu sur la saison estivale. En effet, si on examine l'évolution du taux d'incidence mensuel pour 100.000 habitants de la brucellose durant l'année 2016 (INSP, 1990-2017), on remarque une hausse des pourcentages en début d'année avec une période épidémique durant le printemps à savoir, 2,95% en mars, 3,19% en avril et 3,14% en mai. Le taux d'incidence entame par la suite une descente progressive pour le reste de l'année. A cet égard, il faut rappeler que les périodes de printemps et d'automne correspondent à l'instant où le nombre de mises bas est très élevé chez les ruminants, particulièrement chez les ovins et caprins et de ce fait, la production lactée est à son maximum chez les femelles. On note durant cette période, une forte consommation de lait frais cru et de fromage frais, de différentes origines : vache, chèvre, brebis et chamelle, très prisés par les populations locales, particulièrement, dans les régions du Sud du pays. De même, en cette période, le contact des professionnels de l'élevage est le plus étroit avec les animaux, ce qui favorise la transmission de la maladie.

Durant ces dernières années, parmi les wilayas qui ont connu des épidémies de brucellose, celle de Ghardaïa a enregistré les plus forts taux passant de 100,1 à 344,8 pour 100.000 habitants respectivement, en 2015 et en 2016. Plus de la moitié des cas ont été notifiés dans la seule commune de Ghardaïa. En seconde position, c'est la wilaya de Djelfa où il a été noté une légère progression du taux d'incidence, allant de 109,66 à 136,33 cas pour 100.000 habitants en 2015 et en 2016. La wilaya d'El Bayadh a quant à elle, enregistré une amélioration de la situation épidémiologique de la brucellose mais reste encore très élevée. Le taux a baissé de 184,49 en 2015 à 105,50 cas pour 100.000 habitants en 2016 (INSP, 2001).

La brucellose occupe la 1<sup>ère</sup> place parmi les zoonoses déclarées en Algérie, en 2014 (52,79%) et la 2<sup>ème</sup> place, en 2015 (48,02%), après la leishmaniose, ceci, pour les cas déclarés (figure 9) (INSP, 1990-2017). D'où l'intérêt particulier qui doit être porté par les autorités sanitaires à cette maladie.



**Figure 9.** Répartition des zoonoses à l'échelle nationale en 2015 (INSP, 1990-2017).

Des épidémies ont également été observées en 2016 dans les wilayas de Tébessa, Laghouat, Béchar et Naâma avec des taux respectifs de 98,25 ; 95,41 ; 95,06 et 90,03 cas pour 100.000 habitants. Ces taux d'incidence sont très élevés et indiquent que le cheptel algérien (toutes espèces confondues), est très contaminé. A ce propos, il faut rappeler, que les mesures d'assainissement contre la brucellose ne concernent qu'une partie infime de l'ensemble du cheptel national.

En considérant, le facteur lié à l'âge, la maladie touche largement la population générale. Toutefois, il a souvent été retrouvé deux classes modales, 20-29 ans et 40-49 ans. En 2016, des taux de 9,96 à 47,82 et de 8,15 à 34,7 pour 100.000 habitants ont été enregistrés, respectivement pour les deux classes d'âge (INSP, 1990-2017). Le sexe ratio étant en général, en faveur du sexe mâle (INSP, 1990-2017; INSP, 2001).

L'une des principales caractéristiques des épidémies de brucellose chez l'homme, est la survenue de cette maladie après consommation de lait cru ou de ses dérivés crus. Il faut signaler que des cas de brucellose ont été retrouvés dans les professions exposées. Leur nombre est en deçà de la réalité, car le dépistage n'est pas effectué systématiquement (INSP, 2001). En effet, la maladie a été notifiée chez les éleveurs, les employés des abattoirs, les médecins vétérinaires et chez les techniciens de laboratoire chargés du diagnostic de cette infection. L'exposition peut avoir lieu par contact direct ou indirect. Il a été révélé par une enquête épidémiologique sur ces cas, l'absence des mesures minimales de sécurité pour éviter la contagion (ou bien, le port et l'utilisation d'un équipement de très mauvaise qualité) ainsi qu'une utilisation inadéquate des vaccins utilisés contre la brucellose (ceci particulièrement pour les vétérinaires travaillant sur le terrain, et les techniciens manipulant les cultures bactériennes) (INSP, 2001).

Un problème crucial s'est posé aux autorités sanitaires lors d'épidémies de grandes ampleurs, c'est la non disponibilité de certains antibiotiques pour le traitement des malades, ce qui a contraint les médecins au recours à d'autres schémas thérapeutiques que les schémas classiques. Enfin, il faut rappeler que *B.melitensis* est la souche la plus pathogène pour l'homme et que c'est la principale souche de contamination de l'homme en Algérie (Benhabyles *et al.*, 1992 ; Lounes *et al.*, 2014).

De ce qui précède, et en dépit des progrès en matière de lutte contre la brucellose dans le pays, son extension continue progressivement dans pratiquement toutes les régions de l'Algérie. Son expression insidieuse et la difficulté de son éradication font d'elle, une maladie endémique, qui demeure un risque permanent pour la santé animale et particulièrement, pour la santé publique, à cause de la réémergence de nombreux foyers d'origine animale (OIE, 2017).

**Chapitre IV.**  
**Pathogenèse et**  
**mécanisme de l'infection**

## 1. Chez l'animal

Les *Brucelles* sont des parasites intracellulaires facultatifs de l'être humain et des animaux. Elles pénètrent dans l'hôte au niveau des barrières muqueuses et à travers la peau, ce faisant, les interactions de ces bactéries avec les cellules hôtes déterminent les conséquences de l'infection (Roop *et al.*, 2004). Suite à la contamination, il se produit une réaction inflammatoire des sous muqueuses avec une infiltration leucocytaire et multiplication des *Brucella* dans les nœuds lymphatiques, drainant le site d'inoculation où les bactéries peuvent persister pendant très longtemps. Ensuite, si les *Brucella* ne sont pas éliminées, il se produit une dissémination par voie lymphatique, et dans une moindre mesure, par voie sanguine. L'animal présente alors une bactériémie primaire qui peut mener à l'infection de nombreux organes parenchymateux et autres tissus éloignés du site d'entrée. Les *Brucelles* étant principalement des bactéries intracellulaires des monocytes-macrophages, des foyers granulomateux se développent dans les tissus lymphoïdes, tels que ; le foie, la rate, la moëlle épinière, le placenta des femelles gravides (surtout, les nœuds lymphatiques de la sphère génitale), les testicules et leurs annexes, la glande mammaire, les bourses séreuses et synoviales, et certaines articulations (Maurin et Brion, 2009).

Parfois, des manifestations cliniques se déclarent alors, caractéristiques de la brucellose aiguë, tels que ; l'avortement, l'orchite, etc. En effet, la période de sensibilité maximale de l'animal est atteinte après complet développement des organes génitaux. Ces animaux peuvent rester infectés pendant toute leur vie, malgré la réponse immunitaire qu'ils développent (Maurin et Brion, 2009 ; Olsen et Tatum, 2010).

Il est bien documenté actuellement, que les étapes du mécanisme d'installation de l'infection et de l'invasion des *Brucelles* chez l'hôte n'est pas clairement établi (Roop *et al.*, 2009). Ces étapes restent néanmoins, communes à toutes les espèces. La virulence de la souche et de la dose infectante, les caractéristiques concernant l'hôte (espèce, race, âge, sexe, stade de gestation, statut immunitaire et voie d'infection) sont toutefois, autant de facteurs qui influencent l'amplitude et la durée des réponses immunitaires qui sont à médiations, humorale et cellulaire (FAO/OMS, 1986 ; Roop *et al.*, 2009).

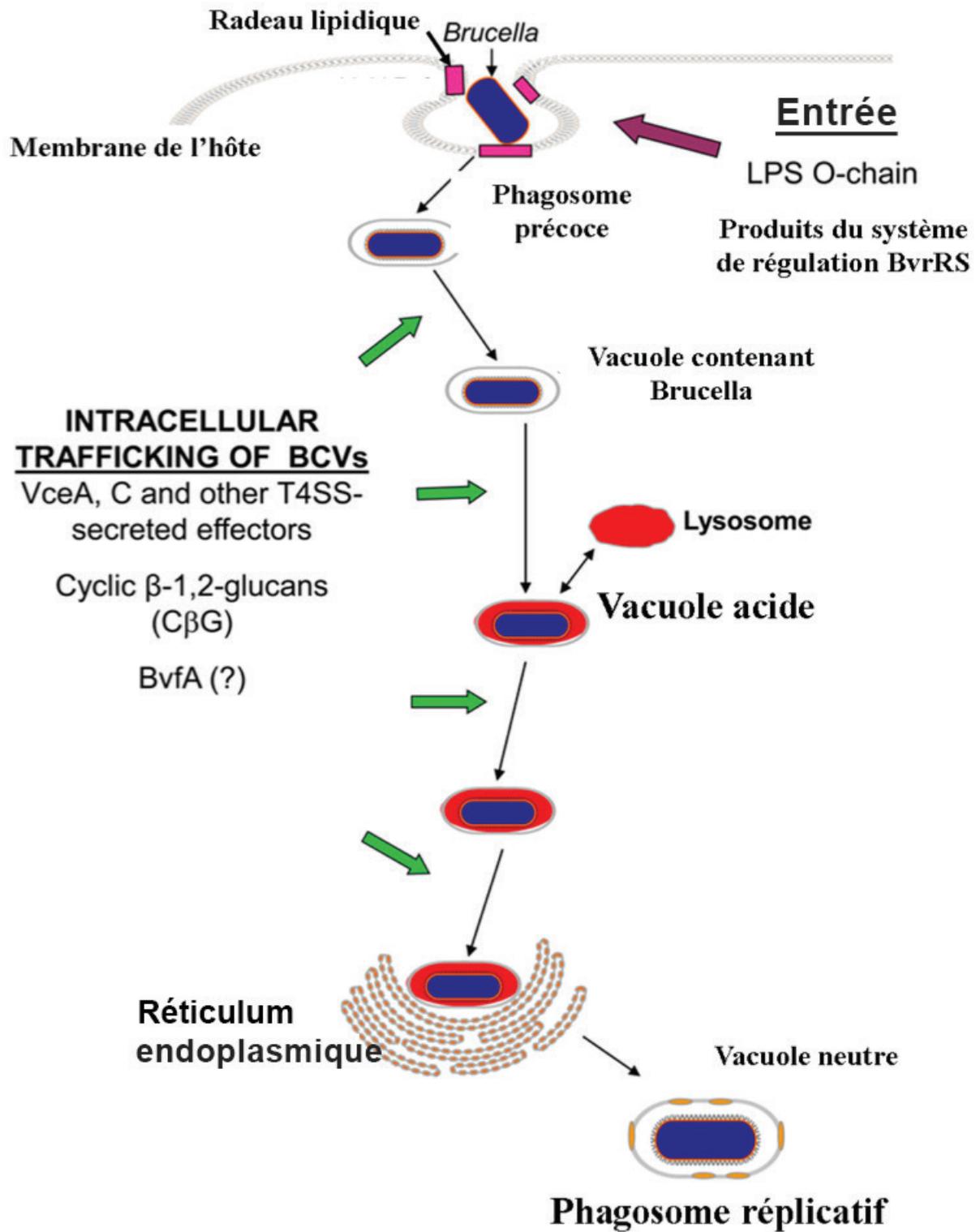
La capacité des *Brucelles* à survivre et à se reproduire dans diverses cellules hôtes souligne leur pouvoir pathogène (Roop *et al.*, 2004). Ce dernier est lié à leur virulence et leur pouvoir toxique. Ce pouvoir pathogène est défini par la toxicité de ces bactéries à travers une endotoxine, le LPS et son aptitude à se fixer sur les cellules du système réticuloendothélial (Roop *et al.*, 2009). En effet, les interactions entre la chaîne O du LPS lisse des souches de *Brucella* et les radeaux lipidiques qui se trouvent à la surface des macrophages favorisent incontestablement l'entrée de ces bactéries dans les cellules hôtes, conduisant ainsi à leur englobement, au développement et à la formation du premier phagosome (figure 10). Il s'ensuit alors, au cours de ce cycle infectieux, des interactions transitoires de cette vacuole contenant la *Brucelle* (BCVs) avec les lysosomes, ce qui entraîne leur acidification. Ces vacuoles commencent alors à interagir intensivement avec le réticulum endoplasmique et, éventuellement leur pH intracellulaire augmente, atteignant un niveau permettant la réplication intracellulaire des *Brucelles*. Ce faible pH sert apparemment de stimulant environnemental important pour l'induction des gènes *virB* qui codent les composants du système de sécrétion de type IV (T4SS), primordiaux à la virulence. Des études génétiques et biochimiques confirment que ce système de sécrétion des souches de *Brucella*, joue un rôle essentiel dans le développement de la vacuole répliquative (dans laquelle ces bactéries résident) qui se trouve dans les cellules hôtes (figure 10). Les vacuoles contenant les bactéries qui présentent des mutations touchant

ce système de régulation, montrent une incapacité à inhiber la fusion phagolysosomiale. Ainsi, le phagosome répliatif ou brucellosome a atteint son développement complet. Il s'agit d'une niche intracellulaire qui constitue un refuge sûr pour les *Brucelles*, en termes de protection de ces bactéries contre les anticorps et leur complément lors de la dissémination chez l'hôte. Ajouté à ceci, ces bactéries ont la capacité d'empêcher l'apoptose des macrophages dans lesquels elles résident, ce qui leur permet de prolonger leur longévité à l'intérieur de leur refuge. Cette manière de faire permet à ces bactéries d'échapper aux défenses immunitaires et de produire ainsi des foyers pour le maintien d'une infection chronique, qui est la marque de la brucellose chez les hôtes naturels et chez l'homme.

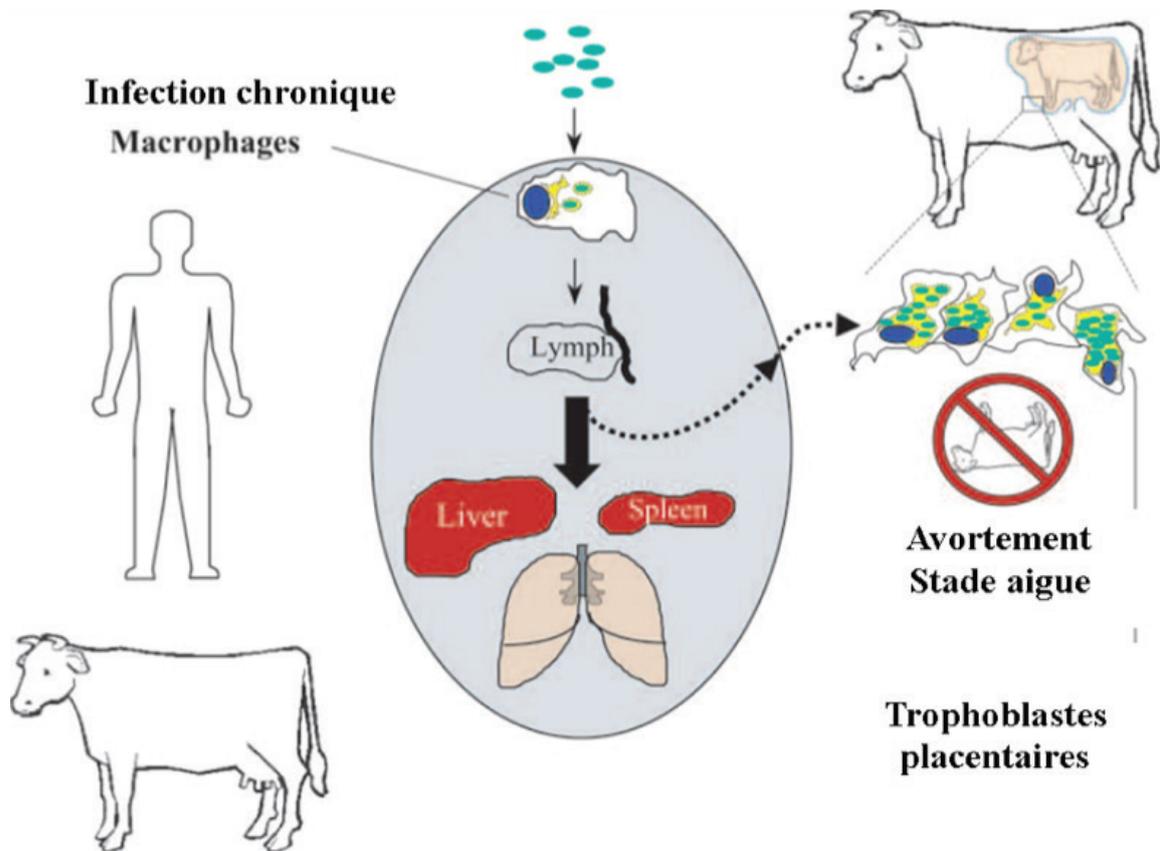
Chez les ruminants sensibles à l'infection et durant la gestation, il semblerait, selon plusieurs travaux, que le LPS de *Brucella* serait l'agent responsable de l'avortement. L'infection du fœtus entraînerait une importante poussée du taux du cortisol fœtal conduisant à un shift hormonal responsable à son tour de l'avortement ou de la mise bas prématurée (Neta *et al.*, 2010).

Selon des travaux récents, des souches de *Brucella* virulentes survivent et se répliquent dans les cellules dendritiques humaines et murines, en interférant avec la maturation de ces cellules hôtes, ce qui leur permet de contourner les réponses immunitaires de l'hôte. Il est fort possible comme c'est le cas avec les macrophages, que les cellules dendritiques servent de refuges pour empêcher l'exposition des *Brucelles* à des composants de la réponse immunitaire et servent de vecteur à la dissémination de ces bactéries chez l'hôte (Roop *et al.*, 2009 ; Roop et Caswell, 2017).

Concernant le tropisme des souches de *Brucella* dans les trophoblastes placentaires durant la gestation chez les hôtes naturels (figure 11), il a été bien établi que les trophoblastes sont de nature épithéliale, et bien qu'ils soient considérés comme des phagocytes non professionnels, certains trophoblastes placentaires acquièrent la capacité d'engloutir et de dégrader les érythrocytes de la circulation maternelle, ils sont connus sous le nom de trophoblastes érythrophagocytaires. Cette activité constitue une source importante de fer pour le fœtus en développement. Un grand nombre de *Brucelles* peuvent être isolées du placenta des ruminants infectés, et cette prolifération intracellulaire importante des *Brucelles* peut perturber l'intégrité du placenta et provoquer un avortement, ou la naissance de descendants faibles et infectés, ce sont deux des manifestations cliniques caractéristiques associées aux infections à *Brucella* chez leurs hôtes naturels (Roop *et al.*, 2004).



**Figure 10.** Produits du gène, influançant le trafic intracellulaire des souches de *Brucella*, dans les cellules hôtes (Roop *et al.*, 2009).



**Figure 11.** Types de cellules prédominantes occupées par *Brucella abortus* chez l'hôte naturel (bovin) et l'hôte accidentel (Humain) (Roop *et al.*, 2004).

## 2. Chez l'homme

La pénétration des *Brucelles* dans le corps humain se réalise essentiellement par voies respiratoire, digestive ou cutanée (peau lésée particulièrement). La colonisation de ces bactéries est préférentielle pour les cellules du système réticuloendothélial. Elle suit le même procédé que celui observé chez les animaux (Maurin et Brion, 2009). En effet, et grâce à sa position intracellulaire, utilisant la barrière cellulaire des macrophages pour se protéger de la phagocytose et de l'action des antibiotiques, *Brucella* peut se développer en toute liberté formant des foyers granulomateux connus sous l'appellation de granulome brucellien de Bang ou brucellome. Il s'agit à l'échelle microscopique de polynucléaires ayant phagocytés le germe *Brucella* et autour desquels les lymphocytes T4 s'agglutinent sous l'effet de la stimulation des cytokines, créant une couronne épithélioïde.

Ces granulomes se rencontrent surtout au niveau du foie, de la rate, des os, du cœur ou du rein. Ils représentent à l'échelle anapathologique, des lésions nécrotiques avec en périphérie une réaction granulomateuse, rappelant étrangement les lésions observées dans la tuberculose. Ils seraient surtout, le fait de trois espèces de *Brucella*: *melitensis* (granulomes nécrosants avec suppuration), *B.suis* et *B.abortus* (granulome non suppuratifs) (Maurin et Brion, 2009 ; Roop *et al.*, 2004).

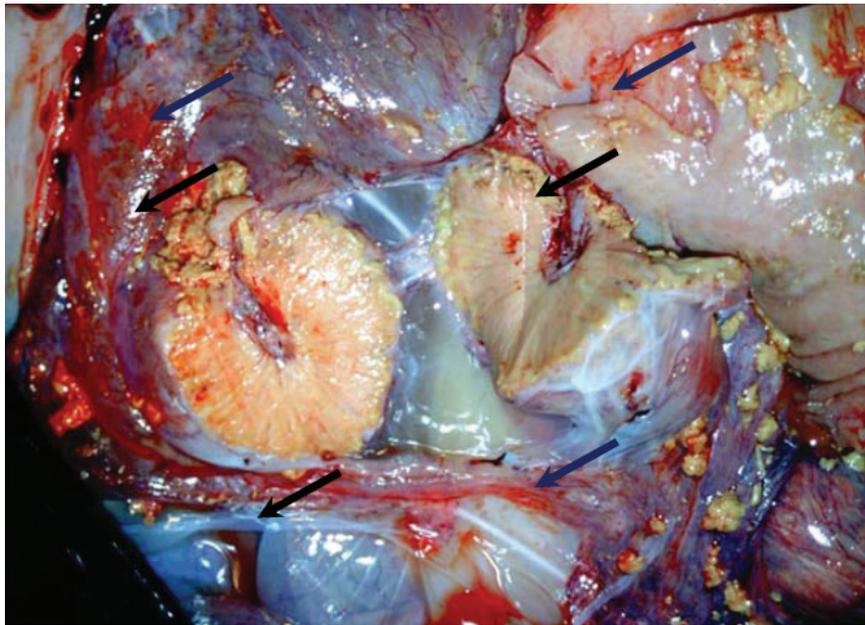
**Chapitre V.**  
**Manifestations cliniques**  
**et lésions**

## 1. Chez l'animal

La brucellose est généralement une maladie des animaux sexuellement matures qui sévit souvent sous forme enzootique, voire épizootique au cours des épisodes aigües. La maladie se manifeste chez la femelle par l'avortement qui se produit à n'importe quel stade de la gestation, mais plus habituellement vers le 6ème ou 7ème 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 6ème 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).

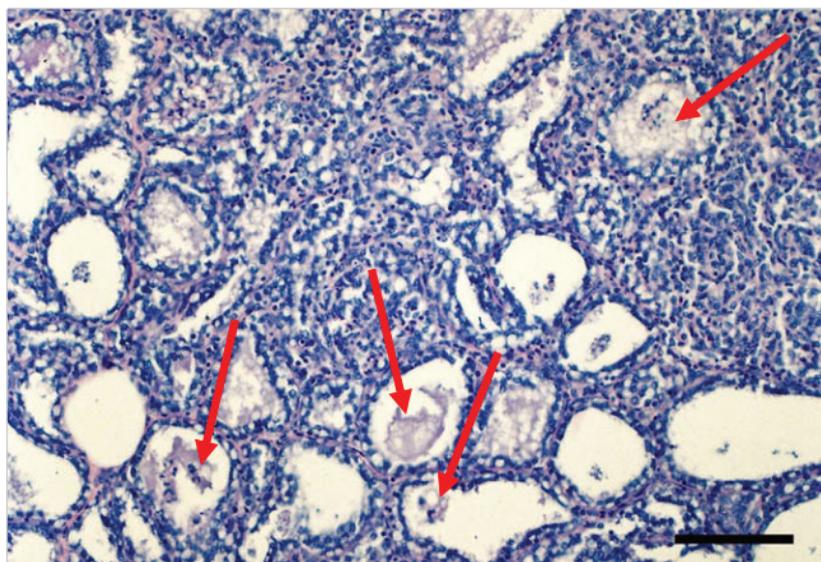
Les lésions découvertes sur l'avorton ne sont pas pathognomoniques. Il s'agit, essentiellement de lésions d'anoxie marquées par une infiltration œdémateuse ou séro-hémorragique du tissu sous-cutané, et épanchements séro-sanguinolents ou hémorragiques des grandes cavités et des pétéchies ou suffusions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

En outre, l'avortement dû à la multiplication des bactéries dans l'espace utéro-chorial survient surtout à partir du 6ème ou 7ème mois. 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). La présence d'un exsudat grumeleux et jaunâtre à la surface du chorion est constatée avec une altération des calottes placentaires (villosités épaisses, blanchâtres ou jaunâtres); chorion terne, épaissi, parfois friable et gorgé d'une substance gélatineuse (figure 12) (Neta *et al.*, 2010). Des lésions d'endométrite constatées peuvent guérir en quelques semaines ou être responsables d'infécondité temporaire. Des complications infectieuses peuvent également se produire.



**Figure 12.** 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).

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 (figure 13). Ainsi, la glande mammaire infectée est cliniquement normale, mais constitue une importante source de réinfection de la matrice, du nouveau-né animal ou humain, ou de l'homme, 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).



**Figure 13.** Glande mammaire de vache infectée expérimentalement par *B.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).

Grâce au développement d'une immunité qui ne mène que rarement à la guérison, un état de résistance de l'hôte est observé par la suite. En effet, les *Brucella* peuvent survivre plusieurs années dans certains sites, comme les nœuds lymphatiques, à l'intérieur des cellules phagocytaires (Maurin et Brion, 2009 ; Roop *et al.*, 2004). Leur réactivation est possible à chaque gestation, entraînant alors un avortement et/ou une excrétion de bacilles au cours de la mise bas. Lorsque des bactéries persistent au niveau des séreuses et des articulations, un hygroma peut se développer.

L'avortement est le plus souvent provoqué par une placentite exsudative et nécrotique, Lorsque ces lésions sont étendues, elles empêchent donc les échanges nutritifs et le fœtus meurt d'anoxie, engendrant l'avortement. Si elles sont plus limitées, l'infection placentaire autorise alors la survie du fœtus, mais le nouveau-né meurt généralement dans les 48 heures après la mise-bas, à cause de lésions cérébrales d'origine hypoxique. Enfin, les adhérences utéro-placentaires sont souvent responsables de rétentions placentaires chez les femelles infectées.

Une femelle infectée n'avorte en général qu'une fois (dans 80% des cas), mais elle reste infectée et peut excréter des bactéries dans le lait et les sécrétions génitales au cours des vêlages suivants (Neta *et al.*, 2010). Certaines femelles non gestantes peuvent résister à l'infection, grâce à la survie de *Brucella* dans le compartiment intracellulaire des macrophages. Beaucoup de ces femelles développent alors des réactions sérologiques transitoires de faible amplitude, signant une absence de stimulation antigénique continue. Ces animaux sont donc dangereux, car sans anticorps spécifiques, mais porteurs de bactéries. En effet, 2,5 à 9 % des jeunes femelles peuvent être infectées in utero et ne présentent de symptômes que lors d'une gestation ultérieure (Maurin et Brion, 2009).

La prédilection des *Brucella* pour l'appareil génital femelle est attribuée à la présence de l'érythriol, alcool poly-hydrique, facteur stimulant la croissance de ces bactéries (Maurin et Brion, 2009). Il n'est pas présent dans le placenta humain.

Lorsque la brucellose touche les mâles, les symptômes sont rares, mais Il est possible toutefois d'observer ; la diminution de l'ardeur génésique ou une orchite qui se caractérise par la tuméfaction des bourses, un épaissement de l'albuginée et l'augmentation du volume du testicule qui reste indolore. L'orchite peut être associée à une épididymite. Les lésions suppurées sont peu fréquentes (abcès superficiels ou profonds). Elles peuvent être associées à une inflammation des vésicules séminales (spermatocystite brucellique).

Des symptômes et lésions extra-génitales peuvent être également observées chez le mâle, tels que l'arthrite (d'évolution chronique siégeant surtout au grasset, au jarret, parfois au genou ou à l'articulation coxo-fémorale), et l'hygroma (fréquent au genou et contient une grande quantité de germes). Les localisations dans d'autres organes sont rares.

Enfin, il faut retenir qu'en-dehors de la gestation, l'infection peut être asymptomatique malgré une éventuelle élimination de *Brucella* durant plusieurs mois, par différentes voies: mammaire, vaginale, spermatique. La brucellose animale sera donc, souvent chronique et bien tolérée. L'avortement, la baisse de fertilité, voire, l'infertilité ainsi que le risque sanitaire des mammifères domestiques rend compte de l'impact économique de cette zoonose, non négligeable (Akakpo *et al.*, 2009; Dermott *et al.*, 2013 ; WHO, 2006).

## 2. Chez l'homme

La brucellose est une infection qui évolue depuis plusieurs années dans le pays avec des taux très importants dans certaines régions (INSP, 1990-2017). La population jeune et la profession à risque sont les plus touchées. Alors que chez les animaux, la brucellose se manifeste plutôt sous une forme de maladie chronique ou subclinique, chez l'homme, elle se manifeste généralement comme une maladie fébrile aiguë, caractérisée essentiellement par une fièvre évoluant, tantôt sous forme ondulante d'une quinzaine de jours, séparée par des périodes apyrétiques ou subfébriles, tantôt sous une forme continue en plateau. Elle est accompagnée de sueurs abondantes, surtout nocturnes, ayant une odeur caractéristique de paille mouillée, et de douleurs mobiles (myalgies, arthralgies, etc.) Il existe également des réactions d'allergie à *B.abortus*, provoquant des lésions cutanées papuleuses ou pustuleuses sur les mains (Benkortbi *et al.*, 1992 ; Madkour, 2001 ; Maurin et Brion, 2009 ; Tabet-Derraz *et al.*, 2017).

Les manifestations cliniques sont donc peu spécifiques et très variables dans leur présentation et leur intensité (tableau II), (Madkour *et al.*, 2001). De plus, il est vraisemblable, que de nombreux patients infectés demeurent peu symptomatiques (environ un cas sur deux) (Tabet-Derraz *et al.*, 2017).

Si la fièvre persiste chez le patient, la brucellose évolue vers la chronicité, entraînant des maladies invalidantes, avec de sévères complications liées à la persistance de gîtes microbiens (Roop *et al.*, 2009). Les complications de la brucellose sont nombreuses et variées (Memish et Balkhy , 2004). En Algérie, un cas de vasculite allergique a été observé chez un patient atteint de brucellose dans la région de Tlemcen (Boudgene-Stambouli *et al.*, 1997).

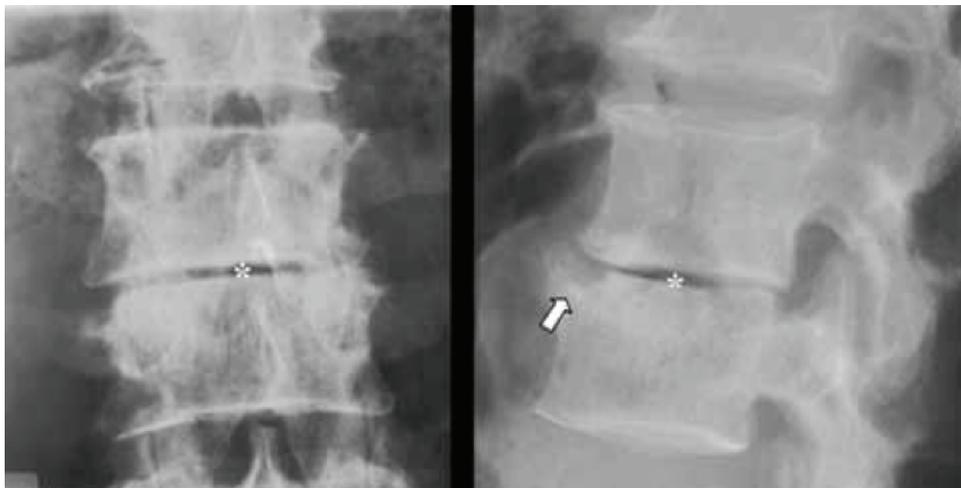
Il peut être observé des lésions hépato-spléniques, une pancardite brucellienne, de l'arthrite réactionnelle, etc (Baraka *et al.*, 2016 ; Maurin et Brion, 2009 ; Madkour *et al.*, 2001; WHO, 2006 ).

**Tableau II.** Symptômes et signes chez 500 patients atteints de brucellose à *B.melitensis* (Madkour *et al.*, 2001).

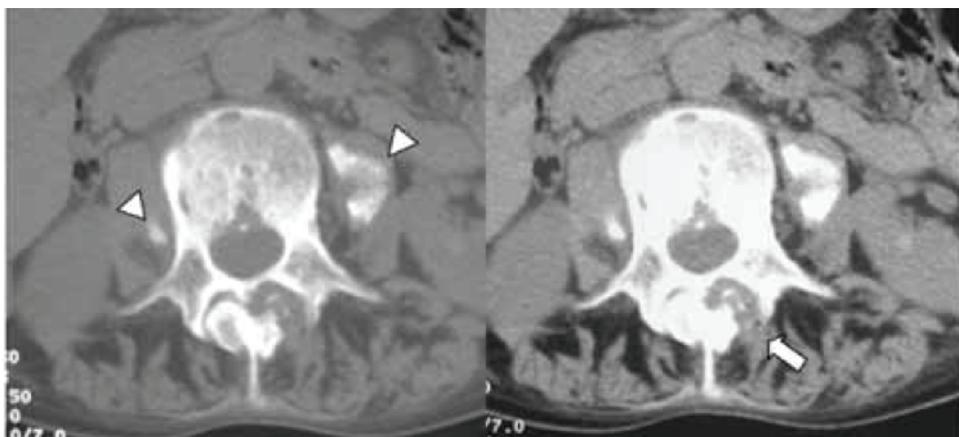
Symptômes et signes	Nombre de patients	%
Fièvre	464	93
Frissons	410	82
Sueurs	437	87
Douleurs	457	91
Manque d'énergie	473	95
Douleurs articulaires et dorsales	431	86
Arthrite	202	40
Moelle épinière	241	48
Mal de tête	403	81
Perte d'appétit	388	78
Perte de poids	326	65
Constipation	234	47
Douleur abdominale	225	45
Diarrhée	34	7
Toux	122	24
Douleur testiculaire/épididymo-orchite	62	21
Allergie	72	14
Troubles spléniques de la rate	185	37
Réémergence	127	25
Pâleur	110	22
Lymphadénopathies	160	32
Splénomégalie	125	25
Hépatomégalie	97	19
Jaunisse	6	1
Anomalies du système nerveux central	20	4
Murmure cardiaque	17	3
Pneumonie	7	1

Parmi les complications les plus fréquemment observées lors de la maladie, des localisations ostéo-articulaires qui peuvent apparaître dès la phase septicémique ou plus souvent, après une évolution prolongée. La brucellose touche avec prédilection le rachis, les articulations sacro-iliaques et les grosses articulations des membres inférieurs (Chelli Bouaziz *et al.*, 2013). On peut également observer des complications méningo-encéphaliques ou encore une infection de pace-maker (InVS, 2016).

Chelli Bouaziz *et al.*, (2013) évoquent chez des patients tunisiens atteints de brucellose, un mode d'installation des symptômes aigu à raison de 14,8% et progressif de 3,4%. Des spondylodiscites brucelliennes ont été diagnostiquées (figures 14 et 15). Elles représentent 6 à 58 % des ostéo-arthrites brucelliennes, se voient surtout chez l'homme de plus de 40 ans et siègent au rachis lombaire (69%), dorsal (19%) et cervical (12%), multi-étagée dans 6 à 14% des cas, où associée à une arthrite périphérique dans 10% des cas.



**Figure 14.** Spondylodiscite brucellienne L2-L3. Radiographie du rachis lombaire de face (a) et de profil (b) : érosion de l'angle antéro-supérieur de L3 (flèche), pincement discal et gaz intradiscal (L : vertèbre lombaire) (Chelli Bouaziz *et al.*, 2013)



**Figure 15.** Spondylodiscite brucellienne. Aspect atypique en TDM : calcifications des abcès paravertébraux (têtes de flèches) et épiduraux, érosion des berges de l'articulation zygo-apophysaire gauche avec petits séquestres articulaires (flèche) (Chelli Bouaziz *et al.*, 2013).

La guérison sous traitement médical demande plusieurs mois (1 à 3). Le repos au lit et la rééducation préventive sont nécessaires pour éviter des attitudes vicieuses et l'amyotrophie et requièrent l'immobilisation par une coquille plâtrée parfois, la chirurgie est indiquée en cas de compression nerveuse, d'échec du traitement médical ou de nécessité de drainage d'un abcès froid (possible aussi par voie percutanée radioguidée) (Chelli Bouaziz *et al.*, 2013).

Enfin, une particularité de la brucellose, l'infection chez la femme enceinte, chez laquelle, cette maladie peut revêtir différents visages, pouvant passer totalement inaperçue ou se montrer avec des signes cliniques non spécifiques (brucellose asymptomatique, leucorrhées, salpingite, métrorragies, avortement, décès de l'enfant) (Bodelet, 2002).

En ce qui concerne l'avortement et, en comparaison avec les animaux, contrairement à la situation chez les hôtes naturels, l'avortement n'est pas une manifestation clinique prédominante associée à la brucellose humaine, mais il survient plutôt au cours du 1er et 2<sup>ème</sup> trimestre de grossesse et, constitue un problème médical dans les régions où cette maladie est endémique (Roop *et al.*, 2009). Les signes annonçant un accouchement prématuré chez la femme atteinte de brucellose ont été observés, ils ne sont toutefois pas plus spécifiques que pour tout autre accouchement prématuré infectieux. Il est également possible de rencontrer chez la femme enceinte des signes non spécifiques extra-génitaux comme dans toute autre brucellose (Khan, 2001).

L'incidence des avortements au cours de la brucellose varie de 7 à 45,6 % selon les auteurs. Ils peuvent être spontanés, répétés chez une même femme. Ce qui n'est pas sans rappeler ce qui est observé chez certaines espèces animales. Il convient, comme le suggère plusieurs auteurs, de penser à la brucellose dans une région d'endémie devant tout avortement et encore plus, s'il se produit à plusieurs reprises chez une même patiente.

Les lésions placentaires sont représentées par des signes d'inflammation aiguë allant de l'œdème simple à la nécrose totale, avec des stades d'inflammations exsudatives d'intensités variables. Les observations de Khan *et al.*, (2001) sur 21 femmes enceintes évoquent des lésions placentaires non spécifiques, rappelant celles observées avec d'autres germes. Les granulomes brucelliens n'ont jamais été cités dans la littérature et il semblerait que l'inflammation soit la source même des avortements. En effet, la surface d'échange se trouvant ainsi réduite, le fœtus va être privé d'une partie de l'apport en nutriments et en oxygène. En conséquence, ce déficit d'apport aura de forts retentissements sur son développement et conduira à l'expulsion de ce fœtus devenu non viable. Il est nécessaire de mettre en relief, que la rétention placentaire est rarement signalée dans l'espèce humaine chez la femme enceinte, ce qui diffère beaucoup avec les espèces animales (Bodelet, 2002).

S'agissant de la brucellose in utero, la preuve du passage du germe de la mère vers l'enfant est faite au regard des cultures positives dans les tissus des fœtus ou des enfants issus de mères contaminées. La contamination de l'enfant passe obligatoirement par le placenta, le sang du cordon, le liquide amniotique ou les pertes sanglantes lors de l'accouchement maternel (Bodelet, 2002).

Pour ce qui est du passage des *Brucelles* dans le lait maternel, les études restent pauvres selon Bodelet, (2002). Mais pour certains auteurs cités par ce chercheur, il peut s'agir d'une possible voie de contamination rappelant le pouvoir contaminant des laits de chèvre ou de vache.

Il apparaît au regard des résultats de la littérature que la contamination de l'enfant se fait pendant la grossesse, ce qui correspond à la brucellose congénitale et dont le résultat est soit l'avortement, soit l'accouchement prématuré avec de surcroît des complications sévères à la naissance, pouvant conduire au décès de l'enfant (Bodelet, 2002). Ce même auteur rappelle qu'il ne faut pas non plus exclure le diagnostic de brucellose congénitale devant une sérologie négative à la naissance, car la réponse immunitaire peut être en retard par rapport à l'hémoculture.

**Chapitre VI.**  
**Épizootiologie**  
**des brucelloses animales**

Il a été bien démontré que les animaux sont souvent infectés de façon chronique et essaient les *Brucella* dans l'environnement par leurs fèces, leurs urines, les produits d'avortement et le lait chez les femelles. Les modes de transmission de la maladie se font de façon verticale (in utero ou lors du passage du nouveau né dans la filière pelvienne) ou bien, de façon horizontale (par contact direct ou indirect). Les voies de pénétration de cette bactérie peuvent être ; cutanée, conjonctivale, respiratoire, digestive ou vénérienne.

### 1. Brucellose bovine.

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 *B.abortus*, néanmoins, *B.melitensis* et *B.suis* peuvent également en être la cause (Acha et Szyfres, 2005).

Son importance économique vient du fait qu'elle provoque des avortements, de la stérilité et des pertes de lait, parfois de manière épizootique. De plus, elle a de sévères répercussions sur les échanges commerciaux, et les mesures à mettre en place pour son éradication ont un coût important. Les graves pertes engendrées pour l'élevage ont mené à la mise en place de programmes de contrôle, puis d'éradication dans nombre de pays (Olsen et Tatum 2010).

Son importance hygiénique repose sur son aspect zoonotique. Ainsi, elle est inscrite dans de nombreux pays, y compris l'Algérie, sur la liste des maladies réputées contagieuses et à l'Office International des Epizooties sur la liste des maladies prioritaires (OIE, 2018 ; MADR, 2006).

### 2. Brucellose des petits ruminants et des camélidés

Chez l'ovin et le caprin, la brucellose est causée le plus souvent par *B.melitensis* qui est hautement contagieuse, toutefois, l'infection due à *B.abortus* n'est pas exceptionnelle dans les troupeaux vivants en contact avec des bovins.

En raison de la forte pathogénicité de cette bactérie et du contact étroit engendré par la forte densité des animaux dans les élevages, la transmission de la maladie d'un animal à un autre est le résultat de la présence d'un grand nombre de bactéries dans l'environnement (Maurin et Brion, 2009).

Comme la brucellose bovine, les brucelloses ovine et caprine sont inscrites sur la liste des maladies réputées légalement contagieuses. La maladie affecte les organes de la reproduction (Dahmani *et al.*, 2011) et les étapes de l'infection sont identiques à celles de la brucellose bovine.

Il faut par ailleurs, bien distinguer la brucellose ovine due à *B.melitensis* de « l'épididymite contagieuse du bélier », qui est causée par *B.ovis*, agent pathogène exclusif des ovins. Elle se caractérise par l'évolution chez le bélier d'une inflammation chronique de l'épididyme aboutissant à une baisse importante de fertilité. L'infection des brebis par *B.ovis* est généralement rare. Il est admis qu'après la monte par un bélier infecté, peu de brebis développent une infection avec avortement ou expulsion d'agneau mort-né (Boschioli *et al.* 2001). Son importance est uniquement économique, à cause de la baisse du taux de naissance qu'elle entraîne au niveau du troupeau. Très largement répandue dans le monde, l'épididymite contagieuse du bélier n'est pas contagieuse et aucune infection humaine par *B.ovis* n'a été rapportée (WHO, 2006; Roop *et al.*, 2009).

Les camélidés peuvent être atteints de brucellose, après contact avec des grands ou petits ruminants infectés par *B.abortus* ou *B.melitensis* (Garin-Bastuji, 2005). Les manifestations de la brucellose chez les espèces sont similaires à celles observées chez les bovins. La maladie a été rapportée dans les pays où existe l'élevage de chameaux et de dromadaires, excepté l'Australie (OIE, 2017).

En Algérie, de par son rapport de mission effectuée en Algérie, Garin-Bastuji a rapporté en 2005 le premier cas de brucellose cameline. Plus tard, l'enquête préliminaire réalisée par Lounes *et al.*, en 2011 sur la brucellose cameline dans la région d'El Oued, a permis d'établir une prévalence individuelle de l'infection entre 0 et 2,3%.

### 3. Brucellose des carnivores

La brucellose des carnivores n'est pas rare à la campagne car les chiens peuvent facilement atteindre des matières contenant des *Brucella* telles que, les placentas, etc. Chez l'espèce canine, la maladie peut être provoquée soit, par *B.canis*, soit, par d'autres *Brucelles*. L'infection par *B.canis* est contagieuse chez le chien et transmissible à l'homme, mais l'infection humaine par cette bactérie est rare (Corbel, 2006). Elle est présente dans de nombreux pays où l'on pratique l'élevage de cette espèce (Roop *et al.*, 2009).

Lorsqu'il s'agit d'une infection par *B.abortus*, *B.melitensis* ou *B.suis*, celle-ci résulte alors de la contamination des chiens auprès des bovins, petits ruminants ou suidés infectés par ces bactéries. Le plus souvent, il s'agit d'une infection inapparente qui s'exprime parfois par des avortements contagieux, orchites ou épидидymites à l'origine d'une infertilité. Elle reste habituellement sporadique, mais joue surtout un rôle important dans la contamination des cheptels, soit comme vecteur mécanique (transport de placenta ou avortons par les chiens), soit comme vecteur biologique (excrétion de germes dans les urines et fèces, ou les écoulements vaginaux) (Godfroid *et al.*, 2011; Maurin et Brion 2009).

### 4. Brucellose des équidés

La brucellose équine concerne les chevaux logés dans la même étable à proximité d'un foyer de brucellose bovine ou de petits ruminants. L'infection est souvent inapparente, mais quand la maladie atteint certaines localisations (mal du garrot), elle peut compromettre l'avenir du sujet. Il y a de plus, un risque de contamination humaine. La localisation génitale est exceptionnelle et les avortements sont donc très rares. Elle reste une maladie sporadique, affectant surtout les chevaux de ferme.

### 5. Brucellose des mammifères marins

Au sujet de la brucellose marine, il semblerait qu'elle soit largement répandue chez les mammifères marins. En effet, les *Brucella* sont isolées de plus en plus fréquemment chez les mammifères marins. Elles ont également été isolées à partir de tissus d'animaux normaux et asymptomatiques, et chez des humains malades. Ces bactéries sont des agents pathogènes zoonotiques potentiels (Roop *et al.*, 2009).

### 6. Brucellose des animaux sauvages

La brucellose peut toucher des animaux sauvages, comme des ruminants, équidés, rongeurs et lagomorphes, carnivores, suidés, etc (El-Sayed et Awad, 2018; Hars *et al.*, 2013 ; Hubalek *et al.*, 2007 ; Olsen, 2010 ; Papas *et al.*, 2005). Chez ces espèces, l'infection demeure en général inapparente, mais lorsque la maladie apparaît, elle s'apparente à celle décrite chez les animaux domestiques.

**Chapitre VII.**  
**Épidémiologie**  
**de la brucellose humaine**

La brucellose est une maladie zoonotique, par conséquent la source de l'infection chez l'homme est constituée par de nombreux mammifères terrestres et certains mammifères marins (Corbel, 2006; Maurin et Brion, 2009). Les espèces clés, source de l'infection humaine sont particulièrement les animaux d'élevage, producteurs de viande et de lait, infectés (bovins, ovins, caprins, camelins, porcs, etc.). En effet, leurs produits constituent le réservoir et les sources d'infection (pour les éleveurs de bétail, les personnes travaillant dans les abattoirs, les consommateurs de lait cru et de produits dérivés du lait cru : fromage, yogourt, petit-lait, gâteaux à base de ces produits, etc.) (Bréhin *et al.*, 2016 ; Cherif *et al.*, 1986 ; Dahmani *et al.*, 2018 ; Tabet-Derraz *et al.*, 2017). Plus rarement, les chiens peuvent également constituer un réservoir et une source d'infection, particulièrement dans les élevages où ces animaux cohabitent avec des troupeaux infectés.

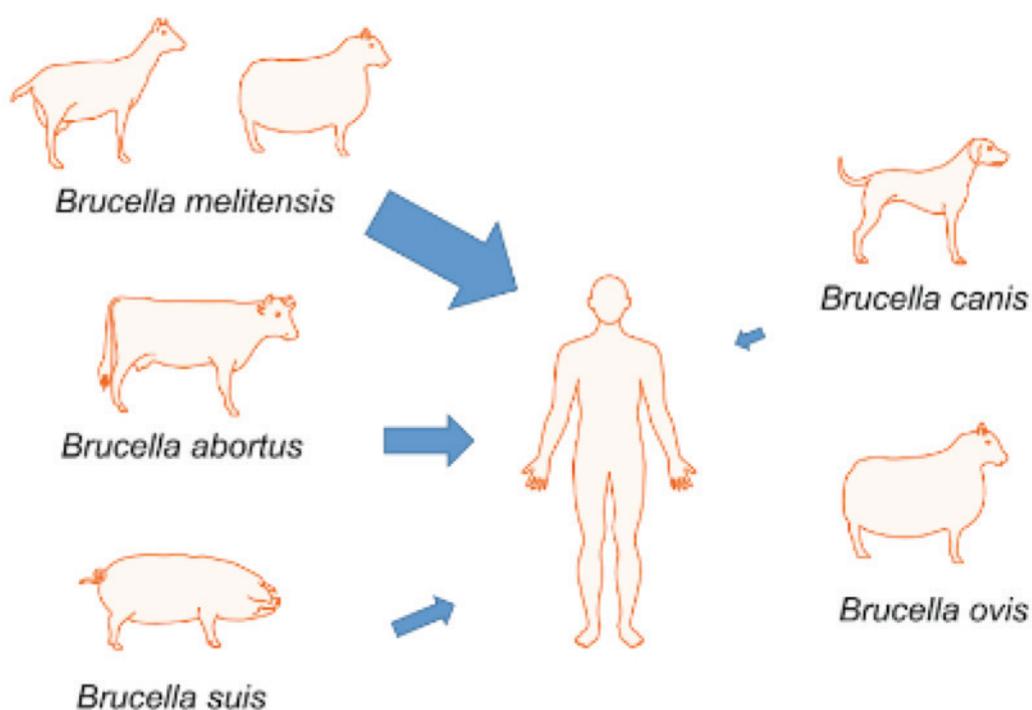
Le pouvoir pathogène des *Brucella* chez l'homme varie en fonction de l'espèce et du biovar considérés (El-Sayed et Awad, 2018). Les souches de *B.suis* biovar 1 et 3 sont les plus virulentes chez l'homme. *B.melitensis* est cependant la plus pathogène pour l'homme et responsable de la majorité des cas humains dans le monde, provoquant même de nombreux décès (Maurin et Brion, 2009). *B.abortus* présente une virulence atténuée. *B.canis* a été rarement associé à des infections humaines (figure 16). *B.neotomae*, *B.ceti* (*B.delphini*), *B.inopinata* sont considérées comme ayant un pouvoir pathogène chez l'homme. Par contre, *B.ovis* et *B.neotomae* ne sont pas pathogènes pour l'homme. En ce qui concerne les autres espèces de *Brucella*, leur pouvoir pathogène chez l'homme n'a pas été rapporté (El-Sayed et Awad, 2018; Hubalek *et al.*, 2007 ; Soler-Lloréns *et al.*, 2016).

En Algérie, la brucellose humaine est reconnue comme maladie professionnelle, indemnisable. Les brucelloses, aiguë avec septicémie, subaiguë avec focalisation et chronique, sont inscrites sur le tableau n°24, du groupe n°2 relatif aux infections microbiennes « brucelloses professionnelles » (MSP, 1997). Toutefois, l'origine de la maladie doit être démontrée par bactériologie ou sérologie. Le délai de prise en charge va de deux (2) mois à une (1) année. Aussi, la brucellose est une maladie à déclaration obligatoire (DGPPS, 2014).

Depuis quelques années, il est observé l'émergence de nouvelles souches de *Brucella* chez des espèces animales jusqu'alors non réceptrices à ces bactéries (El-Sayed et Awad, 2018; Whatmore *et al.*, 2014). Ce qui est dramatique est l'isolement en 2010, d'une nouvelle souche de *Brucella* (*B.inopinata*) à partir d'un abcès, sur un implant mammaire infecté, chez une patiente atteinte cliniquement de brucellose (Soler-llorens *et al.*, 2016).

La découverte de ces nouvelles espèces atypiques, soulève la problématique d'émergence de nouveaux pathogènes qui pourraient avoir un potentiel zoonotique et la capacité à infecter l'homme et de nombreuses autres espèces de mammifères. En effet, en 2008, *B.microti* a été isolée chez des campagnols des champs et a été à l'origine d'une épizootie avec mortalité de ces animaux (El-Sayed et Awad, 2018).

En outre, la découverte de ces espèces et celles des isolats de *Brucella* atypiques récemment isolés d'amphibiens et qui sont en cours de description et de caractérisation (Soler-llorens *et al.*, 2016), élargit la gamme des espèces animales réservoir de *Brucelles* et suscitent un intérêt grandissant dans le domaine médical, plus particulièrement, si elles sont considérées comme ayant un pouvoir pathogène chez l'homme.



**Figure 16.** Hôtes naturels de *B.melitensis*, *B.abortus*, *B.canis* et *B.ovis* et potentiel zoonotique de ces souches. La taille des flèches indique la relative proportion du pouvoir pathogène de chaque *Brucella.spp* à causer la maladie chez l'homme (Roop et Caswell, 2017).

# **Chapitre VIII.**

## **Transmission**

## 1. Chez l'animal

La source de contagion de la brucellose est constituée par les animaux infectés et transitoirement par le milieu contaminé (Acha et Szyfres, 2005 ; Corbel, 2006).

En effet, les animaux infectés, malades ou apparemment sains, peuvent rester porteur de la bactérie toute leur vie et être contagieux en essaimant des *Brucella* dans l'environnement (Garin-Bastuji et Millemann, 2008 ; OIE, 2018). Ces bactéries peuvent rester plusieurs mois dans les conditions naturelles de conservation, les sources de contagion étant très diversifiées (lait, fèces, urine, sécrétions vaginales, produits d'avortements ou du vêlage ou encore de suppuration, sol, eau, mur des étables ou bergerie, etc) (Maurin et Brion, 2009 ; OIE, 2018). En conséquence, l'une des principales voies de transmission de l'infection chez l'animal est horizontale, en faveur d'un 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 suités (Neta *et al.*, 2010).

Quant à la transmission verticale, in utero, elle est aujourd'hui bien établie et s'effectuerait par voie transplacentaire (Plommet *et al.*, 1971; Roop *et al.*, 2004). La voie congénitale permet donc la transmission de la brucellose d'une génération à l'autre, même après avoir isolé le jeune dès sa naissance, en particulier, si ce dernier est utilisé pour le repeuplement.

Il faut toutefois, ne pas oublier le rôle que peut jouer les animaux sauvages comme réservoir de *Brucella* et la possibilité de dissémination de cette bactérie qui serait à l'origine de la transmission de la brucellose aux animaux domestiques d'une part, et à l'homme d'autre part (Godfroid *et al.*, 2011 ; Hars *et al.*, 2013 ; Hubálek *et al.*, 2007 ; Mailles *et al.*, 2013 ; Olsen, 2010).

## 2. Chez l'homme

À la différence des animaux, la brucellose n'est pas une maladie contagieuse chez l'homme qui n'est qu'un hôte accidentel (Krauss *et al.*, 2003). Elle est par ailleurs, une zoonose à déclaration obligatoire (WHO, 2015; OIE, 2018).

La transmission horizontale de la brucellose se produit en faveur d'un contact entre l'homme et des animaux infectés, ou de leurs produits (particulièrement avec les animaux d'élevages) (Dahmani *et al.*, 2018). La contamination directe ou indirecte, concerne surtout les professionnels qui manipulent et entretiennent les animaux vivants (berger, tondeurs, trayeurs, vétérinaires, etc.), ou morts (équarisseurs, bouchers, personnel de laboratoire, etc.). Le passage du germe se fait principalement par voie conjonctivale ou respiratoire, à partir des poussières en suspension dans l'air ou lors de manipulation de cultures de *Brucella* ou de vaccins animaux. Ces voies sont des plus dangereuses pour les personnes à risque (Maurin et Brion, 2009). De même, la voie transcutanée est courante, même sur une peau saine, à l'occasion d'une mise bas ou réduction d'une rétention placentaire chez un animal infecté, ou lors d'un accident survenu à cause d'une piqûre lors d'une vaccination des animaux.

L'infection par voie indirecte est essentiellement digestive, en faveur d'une consommation de produits laitiers à base de lait ou de ses sous produits dérivés crus, provenant d'animaux infectés (Bréhin *et al.*, 2016). Dans la majorité des cas, il s'agit de l'atteinte collective simultanée de personnes ayant consommé le même produit, particulièrement dans les régions où le contrôle sanitaire des animaux n'est pas de rigueur et la pasteurisation pas obligatoire (Benkortbi *et al.*, 1992; Dahmani *et al.*, 2018 ; Tabet-Derraz *et al.*, 2017; Tabet-Derraz et Bestaoui, 2017).

La transmission de la brucellose peut également avoir lieu par ingestion de légumes frais, souillés par du fumier contaminé (Acha et Szyfres, 2005).

La contamination interhumaine par voie sexuelle et de rares cas de transmission par l'allaitement maternel, ont été rapportés par certains auteurs (Corbel, 2006 ; Maurin et Brion, 2009). De même que la la contamination verticale par voie materno-fœtale pourrait se faire pendant la vie fœtale, par la déglutition de liquide amniotique contaminé, par voie transplacentaire, par le sang du cordon ombilical, ou enfin pendant l'accouchement lors du passage de la filière génitale (Bodelet, 2002). Les avortements au cours de la brucellose, peuvent être spontanés et répétés chez une même femme (Khan, 2001). Chez la femme enceinte, la brucellose peut être responsable d'avortements, d'accouchements prématurés et de mort in utero, dans 10 à 46% des cas (Maurin et Brion, 2009).

# **Chapitre IX.**

## **Diagnostic**

Dans ce chapitre, seront cités les tests conventionnels et les plus utilisés pour la recherche de la brucellose animale et humaine. Des discordances de réactions peuvent être observées avec ces différents tests (Alton *et al.*, 1988 ; Garin-Bastuji et Millemann, 2008 ; OIE, 2018 ; WHO, 2015).

## 1. Chez l'animal

### 1.1. 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.

### 1.2. Bactériologique

Le diagnostic de certitude des infections à *Brucella* repose sur l'isolement et l'identification de la bactérie. Le choix des prélèvements pour la recherche de cette bactérie par culture, dépend des signes cliniques observés et requiert des conditions strictes. La qualité des résultats obtenus est conditionnée par celle des prélèvements.

### 1.3. Sérologique

Le diagnostic de la brucellose repose sur les tests sérologiques lorsque la bactériologie ne peut être mise en œuvre.

#### 1.3.1. Test au rose Bengale

L'épreuve à l'antigène tamponné ou test au rose Bengale (TRB) consiste à mettre en présence d'un antigène coloré au Rose Bengale, mis en suspension dans un milieu tamponné, le sérum de l'animal. Il se produit une agglutination, s'il existe des anticorps sériques de type immunoglobulines (Ig) IgM ou Ig G1. Les avantages de cette méthode sont ; sa rapidité (4 minutes), sa sensibilité (91,4 % à 100%), sa spécificité, et enfin, son utilisation pour les dépistages de masse. Cette méthode rapide à réaliser, est largement utilisée.

#### 1.3.2. Réaction de fixation du complément

Le test de fixation du complément (TFC) est une technique qui permet de détecter les IgM et IgG1 fixant le complément. C'est un test quantitatif, d'une grande sensibilité et très grande spécificité. Sa réalisation nécessite un laboratoire avec un matériel spécifique et un personnel adéquatement formé pour titrer et entretenir avec précision les réactifs. En raison de la complexité de cette technique, son utilisation est réduite, elle n'est pas aussi largement utilisée que le TRB. C'est une méthode réglementaire de confirmation largement utilisée pour le diagnostic individuel de la brucellose animale.

### 1.3.3. Méthode ELISA

Les tests ELISA (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay) (Elisa) utilisent une méthode immuno-enzymatique qui emploie un ou deux anticorps capables de détecter tous les iso-types d'anticorps post-infectieux, mais ils sont dépendants de la spécificité du conjugué anti-globuline employé.

De nombreuses variantes de l'ELISA ont été décrit pour les bovins, les petits ruminants et d'autres animaux, utilisant différentes préparations d'antigènes, des conjugués anti-globuline-enzyme et des substrats/chromogènes. Plusieurs ELISA commerciaux validés au cours d'essais approfondis sur le terrain, sont disponibles et largement utilisés. Néanmoins, la technique utilisée et l'interprétation des résultats doivent avoir été validées conformément aux principes énoncés par l'OIE et le fabricant.

Ces tests sont sensibles et spécifiques, et peuvent être utilisés dans les procédures de dépistage ou, comme test de confirmation, sur des sérums individuels ou de mélange (environ une dizaine), ainsi que, sur le lait. La sensibilité de ces tests sur les bovins et les petits ruminants infectés est plus élevée par rapport aux autres tests. Cependant, la spécificité serait généralement plus faible, et c'est la raison pour laquelle les réactions positives doivent être confirmées à l'aide d'autres tests appropriés. En outre, ces méthodes ne sont pas en mesure de résoudre complètement le problème de la différenciation des anticorps résultant de vaccination et, qui peuvent interférer avec les anticorps post-infectieux. Désormais automatisés, ils sont donc d'utilisation plus facile, mais ont un coût très prohibitif (matériel et kit).

### 1.3.4. Réaction en chaîne par polymérase

Le test classique de la Polymérase Chain Réaction (PCR) est une méthode particulière de la réaction en chaîne par polymérase qui permet de mesurer la quantité initiale d'ADN. Cette méthode est utilisable pour certains prélèvements ou après isolement pour identifier *Brucella*. En effet, certaines PCR développées, peuvent identifier de manière satisfaisante, les espèces de *Brucella* et de certaines de leurs biovars, et distinguer les souches de vaccins, mais la validation de cette technique pour le diagnostic direct a été limitée. Cette technique reste néanmoins encore longue et coûteuse, et ne peut être réalisée que par des laboratoires habilités.

### 1.3.5. Épreuve de l'anneau ou Ring-test

C'est une méthode qualitative consistant à agglutiner les anticorps sériques (IgM, IgG1 et surtout IgA) en présence d'antigènes colorés à l'hématoxine. L'agglutination forme alors un anneau coloré sur la crème du lait qui traduit une réaction positive. Elle est utilisable sur le lait individuel ou sur le mélange de lait des différents bovins, d'autre part, elle est pratique, rapide, renouvelable et peu coûteuse. Elle peut être répétée une fois par mois dans le cadre de la surveillance des vaches laitières.

## 2. Chez l'homme

### 2.1. Clinique

Le diagnostic peut être effectué en premier lieu, sur la base d'une description de certains critères cliniques, compatibles avec une brucellose (début brutal ou insidieux, fièvre continue, intermittente ou irrégulière de durée variable, sueurs profuses, notamment la nuit, fatigue, anorexie, perte de poids, céphalées, arthralgies et douleurs généralisées (Madkour

et al., 2001) et autant, sur le lien épidémiologique avec un cas suspect ou confirmé chez un animal ou avec des produits contaminés d'origine animale.

## 2.2. Bactériologique

Comme pour l'animal, les critères de laboratoire sont fondés sur l'isolement de *Brucella* spp. à partir de sang (en phase aigue ou subaiguë) ou d'un autre échantillon clinique (en phase focalisée).

## 2.3. Sérologique

### 2.3.1. Epreuve au rose Bengale

Utilisé de la même manière que chez les animaux pour la recherche des anticorps anti *Brucella*. Selon les stratégies recommandées par l'OMS (WHO, 2015), un sérum humain ayant réagit positivement à l'épreuve au TRB est classé suspect de brucellose et doit être confirmé par le test de Wright.

### 2.3.2. Sérodiagnostic de Wright

Le sérodiagnostic de Wright (SAW) est la technique de référence actuelle préconisée par l'OMS, car elle est standardisée. Il s'agit d'une réaction d'agglutination lente en tubes, qui permet de mettre en évidence les anticorps anti-*Brucella* se trouvant dans un sérum, en présence des *Brucella* inactivées présents dans le réactif. Cette réaction détecte des immunoglobulines G et M durant les premiers stades de la maladie (pendant 10-15 jours), dans sa phase aigue ensuite, elle se négative rapidement. Le test est parfois négatif dans la brucellose subaiguë, et presque toujours dans les brucelloses chroniques et chez les anciens brucellisés. De ce fait, il n'est utilisable ni pour les enquêtes épidémiologiques, ni pour les diagnostics de brucellose chronique.

Un titre supérieur ou égal à 1/80 (soit 120 UI/ml) est significatif de l'atteinte de brucellose. Cependant, des titres faibles, inférieur à 1/60 peuvent indiquer un début de maladie ou encore une trace sérologique, due au déclin de celle-ci. Un second sérodiagnostic pratiqué 15 jours ou à 3 semaines de distance du premier, devra être effectué pour permettre de confirmer la maladie.

### 2.3.3. Méthode ELISA

C'est une méthode prometteuse dans le diagnostic de la brucellose et particulièrement dans les enquêtes épidémiologiques. Sa commercialisation est limitée, compte tenue de la grande diversité des antigènes utilisés.

### 2.3.4. Réaction en chaine par polymérase

C'est une technique plus sensible que les cultures pour les tissus, et plus spécifique que la sérologie. Elle est réalisée à partir de la colonie bactérienne, de sang total ou de sérum à la phase aiguë septicémique, et à partir de biopsies tissulaires ou de suppurations au cours des formes focalisées de brucellose.

La plupart des techniques sont spécifiques de genre et ne permettent pas de déterminer l'espèce en cause. Leur intérêt réside principalement dans le diagnostic aïgu, en cas d'antibiothérapie empirique négativant la culture, et en cas de formes focalisées de brucellose.

La PCR multiplex en temps réel appliquée à un fragment de biopsie de spondylodiscite est beaucoup plus sensible que les cultures ordinaires, et facilite le diagnostic différentiel avec la tuberculose.

### **2.3.5. Réaction d'immunofluorescence indirecte**

Cette épreuve permet de titrer et de mettre en évidence les IgG et les IgM. C'est une réaction très sensible et plus spécifique que les techniques d'agglutination, elle reste positive au moins 18 mois. Elle est donc utile dans le diagnostic des formes chroniques et de la brucellose.

# **Chapitre X.**

## **Traitement et prophylaxie**

## 1. Chez l'animal

### 1.1. Traitement

Le traitement des animaux brucelliques n'est pas recommandé. Il est même interdit dans plusieurs pays. En effet, si la guérison clinique est possible, elle n'apporterait aucune certitude sur la guérison bactériologique. Les animaux traités continuent d'excréter des *Brucelles* et seraient source d'infection à leurs congénères et même à l'homme (Garin-Bastuji et Millemann, 2008 ; OIE, 2018).

### 1.2. Prophylaxie

La brucellose animale est une maladie réglementée. Elle figure sur la liste des maladies à déclaration obligatoire (MDO) et, sur celle des maladies réputées légalement contagieuses (MRLC) (OIE, 2018). C'est pourquoi, elle est régie par un dispositif réglementaire et fait l'objet d'une prophylaxie collective systématique dans un grand nombre de pays (OIE, 2018 ; Bendali, 2011).

La lutte et la prévention des animaux contre la brucellose concernent la protection des élevages sains et l'assainissement de ceux infectés. En effet, étant une MRLC, très contagieuse, qui a des conséquences commerciales et économiques très lourdes pour les élevages touchés, la brucellose fait l'objet d'une application des mesures de police sanitaire pour éviter la propagation de l'infection aux exploitations et aux animaux (Bendali, 2011 ; MADR, 1996a ; MADR, 1996b).

De surcroît, étant également une maladie zoonotique, donc transmissible à l'homme et dont les conséquences sont très graves sur sa santé, le dispositif réglementaire vise éventuellement à protéger les produits d'origine animale pour éviter un risque de contamination à l'homme (WHO, 2015). De plus, il y a un impact de la maladie sur l'économie des pays (Akakpo *et al.*, 2009).

#### 1.2.1. Prophylaxie sanitaire

Des mesures de prophylaxie sanitaire sont nécessaires (Garin-Bastuji et Millemann, 2008). Elles consistent en mesures offensives et défensives.

Les premières concernent le dépistage sérologique régulier des animaux pour un diagnostic précoce de la maladie, en particulier chez les animaux apparemment sains et, isolement de ceux qui sont infectés car la maladie peut parfois persister toute la vie de l'animal, puis assainissement rapide par abattage total des cheptels infectés. De même, les jeunes femelles nées de mères infectées, doivent être éliminées et le contrôle doit concerner toutes les espèces réceptives dans la ferme et l'élimination des infectés.

Pour limiter la transmission vénérienne, l'insémination artificielle doit être mise en place. L'isolement strict des animaux infectés, en particulier lors de mise-bas, doit se faire dans un local facile à désinfecter, sans omission d'appliquer des mesures de désinfections adaptées à la situation, tels que ; la destruction du placenta, le traitement des fumiers, etc. Il ne faut toutefois pas, négliger l'importance des avortements dans la transmission et le maintien de l'infection dans les élevages. Ils doivent en particulier, faire l'objet de déclaration. En effet, dans les pays où la maladie a été éradiquée, la lutte contre la brucellose est principalement axée sur la déclaration des avortements (Bendali, 2011).

Les secondes mesures, défensives, sont essentiellement fondées sur la protection des élevages sains par l'introduction d'animaux certifiés indemnes, avec leur mise en quarantaine. Le contrôle par sérologie doit être individuel pour le maintien du cheptel à l'abri des contaminations de voisinage. Et au sujet de l'hygiène de la reproduction, la monte publique ou l'insémination artificielle doivent être appliquées avec beaucoup de rigueur. De même que, les parturientes doivent être isolées et les placentas détruits, les locaux désinfectés périodiquement pour la destruction du germe, éventuellement présent dans l'environnement.

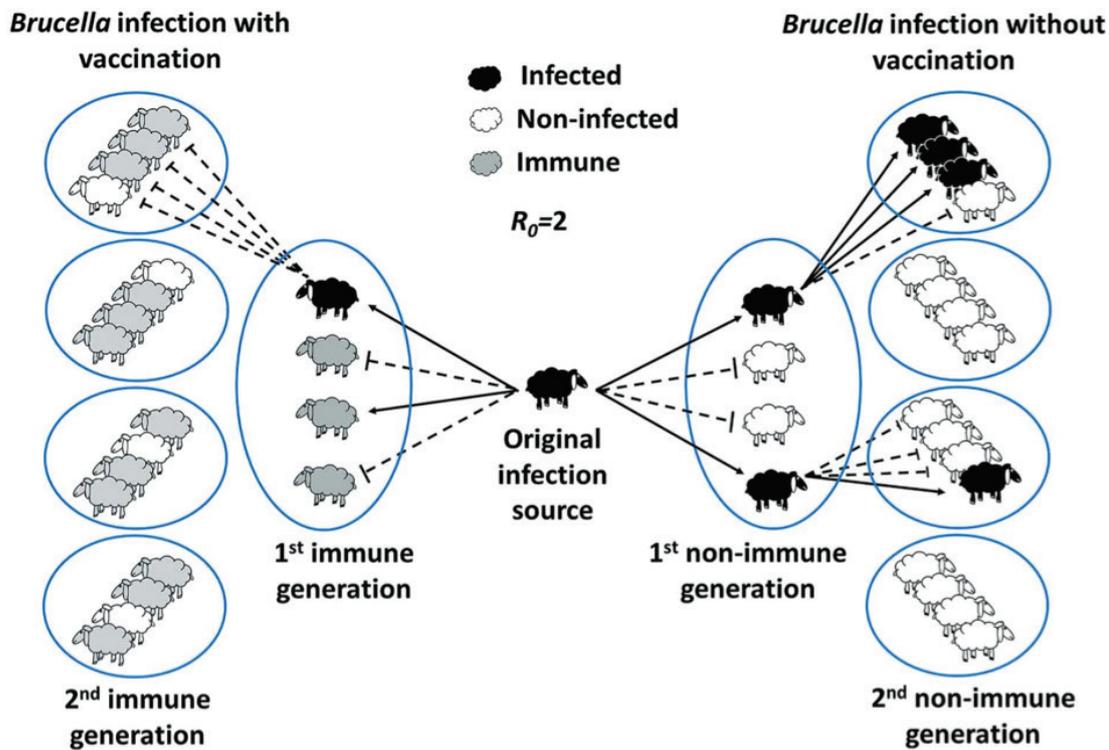
En Algérie, l'assainissement sanitaire ne concerne que les animaux séropositifs et uniquement des élevages des exploitants détenteurs d'un agrément sanitaire (MADR, 1996a ; MADR, 1996b).

### **1.2.2. Prophylaxie médicale**

Concernant les mesures de prophylaxie médicale, celles-ci s'appuient sur la vaccination des animaux avec des vaccins vivants atténués ou inactivés. Elle est nécessaire et actuellement, c'est la seule manière de réduire le taux de l'infection brucellique, lorsque le nombre de foyers de brucellose reste élevé dans les zones de forte prévalence, rendant inapplicable des mesures sanitaires fondées sur l'élimination des animaux malades (Garin-Bastuji, 2005 ; MADR, 2005).

L'immunité obtenue est toujours relative, car la protection conférée est variable d'un sujet à l'autre, et dépend aussi de la sévérité de la contamination naturelle. La vaccination peut compléter efficacement la prophylaxie sanitaire en augmentant la résistance des animaux à l'infection et en limitant le risque d'avortement (figure 17) (Moreno, 2014). La vaccination ne se conçoit que lorsqu'il est possible de distinguer les animaux infectés, des animaux vaccinés, ce qui est réalisable avec certaines préparations vaccinales. On pourra toutefois, envisager la vaccination des troupeaux, tout en éliminant ceux infectés. Dans les régions indemnes de brucellose, la prophylaxie médicale est interdite, car elle peut interférer avec les tests sérologiques.

Concernant le dépistage des ovins et caprins en Algérie, seules les opérations d'assainissement sanitaire sont portées sur les bulletins zoosanitaires de la DSV, en reportant le nombre d'individus dépistés, et non le nombre de foyers concernés, ce qui n'offre pas l'opportunité de prendre connaissance avec exactitude du niveau épidémiologique, aussi bien à l'échelle des exploitations, qu'au niveau du territoire national. Pour ce qui est des vétérinaires mandatés et engagés dans les opérations de vaccination, leur nombre est faible, ce qui ne permet pas d'assurer une vaccination efficace et efficiente, pour pouvoir endiguer l'avancée de cette maladie.



**Figure 17.** Théorie de l'immunité du troupeau et ratio de reproduction de base ( $R_0$ ) dans les troupeaux infectés par *Brucella* (Moreno, 2014).

La théorie de l'immunité des troupeaux propose que l'effet protecteur des individus vaccinés contre *Brucella* dans une population donnée, s'étende au-delà de la population non vaccinée.  $R_0$  correspond au nombre moyen de nouvelles infections à *Brucella* causées par une seule source d'infection. Si l'immunité acquise est présente dans le troupeau, la population n'est plus tout à fait susceptible d'être atteinte par la maladie. Plus la proportion d'individus est immunisée pour *Brucella*, plus la probabilité qu'un hôte sensible entre en contact avec un animal infectieux, est faible. Ensuite, la transmission d'un animal à l'autre risque d'être perturbée lorsqu'un nombre approprié de la population (prédite sur la base de  $R_0$ ) sont immunisés contre la bactérie. Par exemple, si  $R_0=2$  (valeur estimée de  $R_0$  pour la transmission de *B.melitensis* chez le mouton), une augmentation géométrique des infections se produit avec le temps (panneau de droite). Si 75% de la population est protégée par le vaccin (taux de protection minimal estimé pour le vaccin Rev1), alors la bactérie ne se développe pas chez l'animal hôte et ne sera pas transmise (panneau de gauche). Il est prédit que les vaccins avec un faible taux de protection requièrent une plus grande couverture et de plus grandes actions de réforme par abattage des animaux. Les nouvelles infections productives sont représentées par des flèches noires pleines, la transmission non productive est indiquée par des flèches émoussées en pointillés.

## 1.2. Chez l'homme

Chez l'homme, la brucellose demeure une cause importante de morbidité dans certaines régions où, en raison de difficultés d'ordre économique, les moutons et les chèvres infectés qui constituent le principal réservoir d'infection, ne peuvent être éliminés par abattage ou isolement. C'est pourquoi, l'élément essentiel dans le traitement de toutes les formes de brucellose humaine, est l'administration d'antibiotiques efficaces pour une durée suffisante (Maurin et Brion, 2009).

### 1.2.1. Traitement

L'objectif du traitement de la brucellose humaine est à la fois de faire disparaître les manifestations cliniques, d'éviter la survenue de formes focalisées et d'éviter les rechutes précoces ou tardives (Maurin et Brion, 2009). Les *Brucella* réalisent très tôt un parasitisme intracellulaire utilisant la barrière cellulaire des macrophages pour se protéger de la phagocytose et de l'action des antibiotiques en se multipliant à l'intérieur de phagosomes acides (Roop *et al.*, 2009). Pour être actifs sur ce germe, il est nécessaire que les antibiotiques l'atteignent à ce niveau, c'est ce qui rend difficile le traitement des patients atteints par cette maladie. En outre, il existe peu de molécules d'antibiotiques actives contre cette bactérie.

À cet égard, des schémas thérapeutiques de la brucellose humaine sont proposés chez l'adulte et chez l'enfant (WHO, 2015). Ils reposent sur l'action synergique d'une double antibiothérapie (Streptomycine, Doxycycline, Oxytétracycline et Gentamicine) pendant six semaines, bien qu'environ 5% de rechutes aient été observées pour les meilleurs protocoles. Ces derniers sont différents, selon l'âge de l'individu, particulièrement chez le nouveau-né et la femme enceinte.

La période d'incubation de la brucellose est longue et variable (de 1 semaine à 2 mois et plus) (Maurin et Brion, 2009 ; Bréhin *et al.*, 2016). En l'absence de traitement, le taux de létalité est d'environ 2% ( Chelli Bouaziz *et al.*, 2013 ; OMS, 2000).

Enfin, s'il convient d'une part, que le traitement de la brucellose est d'agir dès la phase aiguë et focalisée, pour éviter tout passage à la chronicité, d'autre part, les niveaux élevés de résistance des *Brucelles* aux antibiotiques (décrits dans certains cas), justifient la surveillance de la sensibilité aux antibiotiques des *Brucella*, et ce au niveau des laboratoires considérés comme références (Benslimani *et al.*, 2015 ; Maurin et Brion, 2009)

### 1.2.2. Prophylaxie

Les méthodes globales de prévention sont en particulier, la pasteurisation du lait, la vaccination du bétail et l'élimination des animaux infectés (WHO, 2006). De surcroît, pour les professionnels soumis à un haut risque (chasseurs, fermiers, bergers, bouchers, personnes travaillant dans les abattoirs, vétérinaires, personnel de laboratoire), une surveillance systématique et le port de protections est indispensable lors de la manipulation d'avortons, de placentas et de tout produit issu du tractus génital femelle. En fait, tout contact avec des animaux suspectés de brucellose doit être évité.

Dans la population générale, la prévention de cette maladie est basée principalement sur l'éducation, notamment la sensibilisation, pour éviter de consommer du lait et des produits laitiers non pasteurisés (WHO, 2015).

Parmi les autres interventions de prévention entreprises par le secteur de la santé publique, la déclaration précoce et obligatoire des cas (par les personnes assurant des soins de santé ou par les laboratoires) à tous les niveaux de la santé publique, ainsi qu'au niveau approprié du secteur de la santé vétérinaire. C'est donc, un autre aspect à prendre en considération dans les activités de lutte, qui est celui d'une coordination intersectorielle entre l'agriculture, la santé publique et l'Institut Pasteur d'Alger, et ce, pour une meilleure efficacité de la lutte contre cette zoonose majeure.

A ce propos, dans les pays d'endémie, où la déclaration individuelle des cas n'est pas possible, ou très faible, les flambées épidémiques doivent être signalées sans délai. Il conviendra également d'enquêter sur chaque cas et chaque flambée (DGPPS, 2014).

En Algérie, la brucellose humaine est une maladie sous surveillance nationale (catégorie 1), soumise à une déclaration obligatoire à l'autorité sanitaire nationale, selon les modalités fixées par la réglementation (DGPPS, 2014). Elle est également une maladie professionnelle indemnisable (MSP, 1997).

**Deuxième partie.**  
**Recherche expérimentale**

# **Chapitre I.**

## **Matériel et méthodes**

## 1. Présentation de la Région de l'étude

Mostaganem est une Wilaya qui se trouve au Nord Ouest de l'Algérie, à 350 Km ouest d'Alger et 80 km est d'Oran (figure 18). Limitrophe à quatre wilayas (à l'est, Chlef ; au sud-est, Relizane ; à l'ouest, Oran et au sud-ouest Mascara), elle dispose au Nord d'une façade maritime de 124,5 km et couvre une superficie de 2.209 Km<sup>2</sup>, son périmètre est de 327,3km. Les coordonnées géographiques de Mostaganem sont : longitudes entre  $X_{\min}$  W 0° 6' 52.61"– $X_{\max}$  E 0° 44' 31.37" ; latitudes entre  $Y_{\min}$  N 35° 40' 16.95"– $Y_{\max}$  N 36° 20' 0.76". L'altitude par rapport au niveau de la mer est de 102 m. Le méridien International d'origine (0° Greenwich) traverse la Wilaya passant à une dizaine de kilomètres du centre-ville, sur la commune de Stidia.

Cette région est caractérisée selon la Classification de Köppen BSk (ONM, 2016) par un climat semi-aride à variante chaude, caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois. Les pluies sont généralement insuffisantes, irrégulières et inégalement réparties à la fois dans le temps et dans l'espace. Les moyennes de pluviométrie par an, vont de 350 mm sur les plateaux de Mostaganem, à 400 mm sur les piémonts du Monts du Dahra.

Les moyennes de températures entre les saisons froides et chaudes varient de 6°C au mois de janvier à 31,1°C au mois d'août. La région présente une structure géomorphologique composée de plateaux, de plaines, de vallées, et de glacis répartis d'est en ouest. Son relief se caractérise par 04 unités morphologiques appartenant à deux (02) régions distinctes : le plateau et le Dahra (figure 19) (ANIREF, 2013).

- Les Vallées Basses de l'Ouest qui se composent des communes de Mazagran, Hassi Mamèche, Stidia, Ain Nouissy, El Haciane et Fornaka,
- Le Mont du Dahra dont font partie les communes d'Oued El Kheir, Saf Saf, Ouled Maalah, Ain Boudinar, Nekmaria, Sidi Ali, Tazgait et Sidi Belatar,
- Le Plateau de Mostaganem constitué par les communes de Mostaganem, Sayada, Kheir Eddine, Ain Tedeles, Sour, Bouguirat, Mesra, Sirat, Touahria, Souaflias et Mansourah,
- La Vallée de l'Est divisée en communes de Ben Abdelmalek Ramdane, Sidi Lakhdar, Khadra, Hadjadj, Achaacha et Boughalem.

De par son découpage administratif, la wilaya de Mostaganem subdivisée en 10 daïras regroupant 32 Communes (annexe D) (ANIREF,2013 ; Imago Mundi, 2017 ; DSPM, 2018).

La wilaya dispose d'importantes potentialités économiques basées principalement sur l'agriculture, la gestion forestière, la pêche et le tourisme (ANIREF, 2013). Parmi les wilayas à forte prédominance rurale, Mostaganem occupe la deuxième position après celle d'Adrar avec des taux respectifs de 61,89% et de 63,51%, la moyenne nationale étant de 34,06%. De par sa vocation agricole et son caractère rural prédominant, l'élevage des ruminants occupe une place importante dans l'économie de la région (ANIREF,2013 ; ONS, 2011).

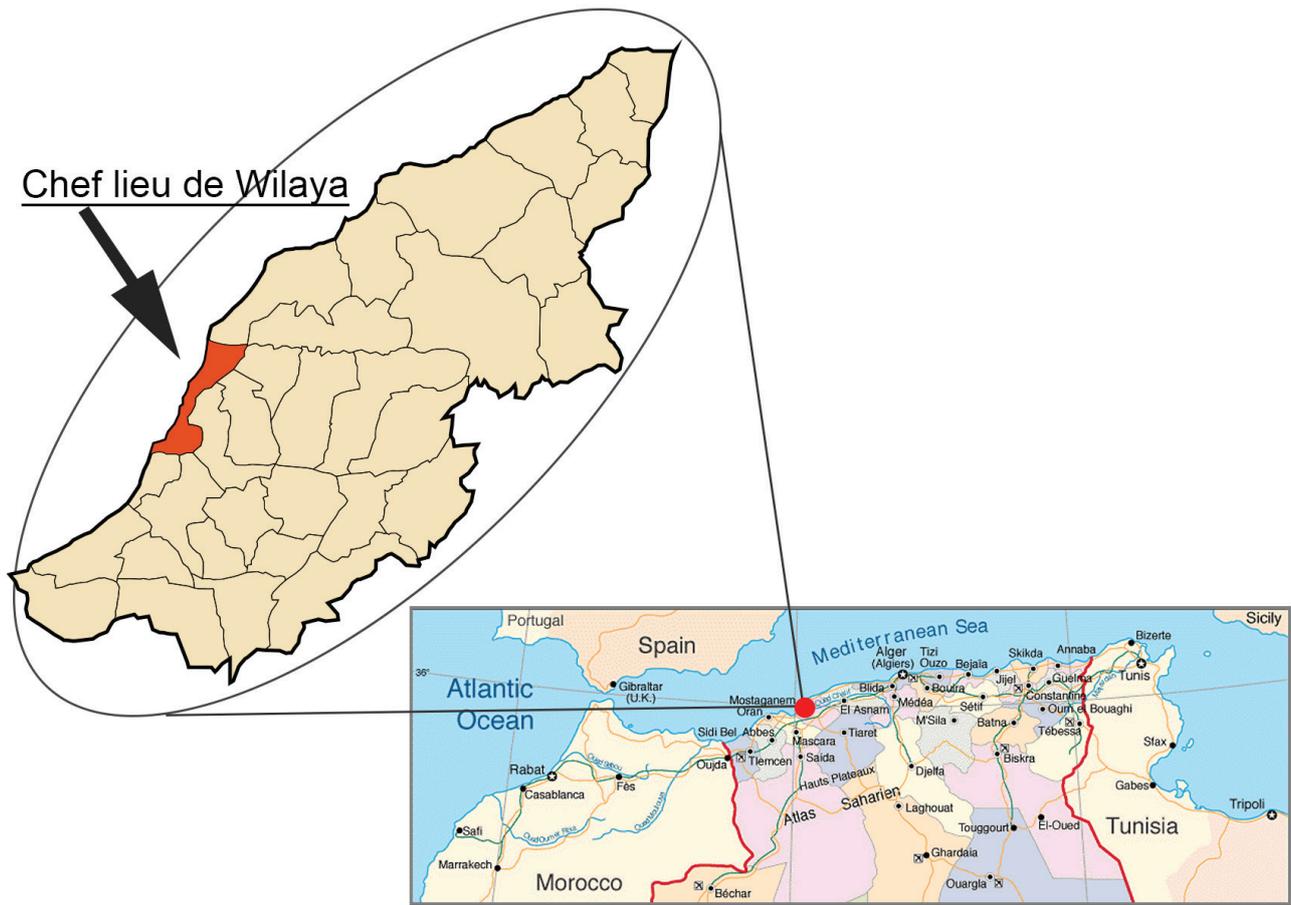


Figure 18. Carte de situation de la Wilaya de Mostaganem.  
Source : Imago Mundi, 2017.

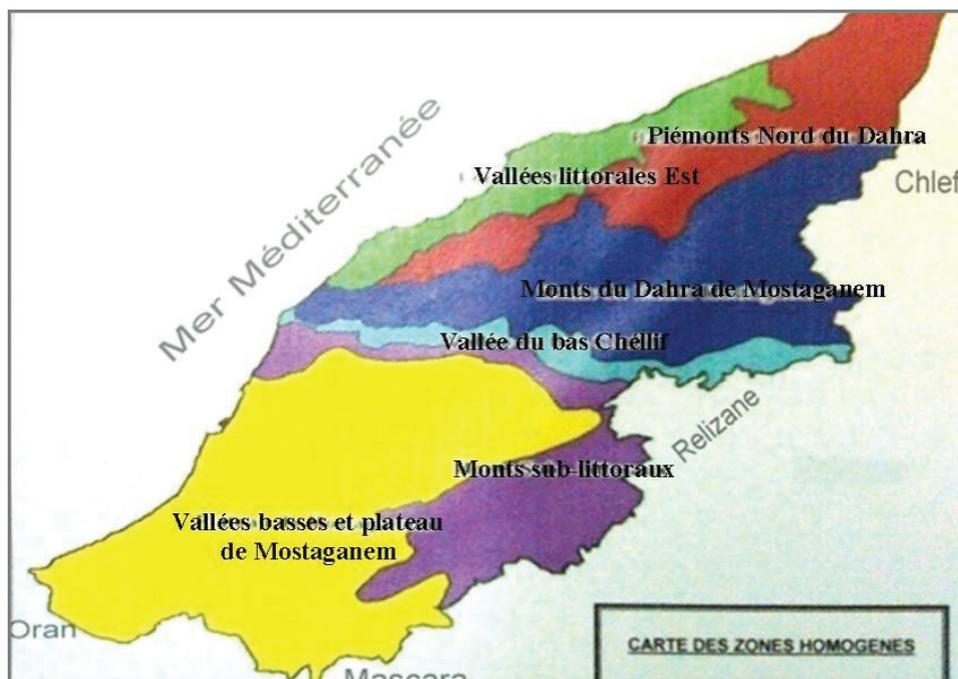


Figure 19. Zones homogènes de la Wilaya de Mostaganem.  
Source : ANIREF, 2013.

## 2. Populations étudiées

### 2.1. Chez l'animal

#### 2.1.1. Bovins

Dans la région, le système de production est essentiellement limité au bovin, à l'ovin et au caprin. Selon les estimations de la Direction des Services Agricoles (DSA), la Wilaya de Mostaganem disposait en 2017, d'un cheptel estimé à 30.300 têtes de bovins dont, 20.500 vaches laitières. Parmi les types d'élevage dans la région, il en existe deux genres, l'un spécialisé en production laitière et l'autre en engraissement (bovins à viande). Ces derniers ne sont pas très importants.

La population bovine destinée à la production laitière est essentiellement localisée dans les Vallées Basses de l'Ouest et le Plateau de Mostaganem (DSA, 2017). Elle est constituée de bovins laitiers modernes et améliorés. Le principal mode d'élevage observé dans la région est de type hors sol, en extensif dans la majorité des cas (CNRG, 2003). Ce système est pratiqué par les exploitations n'ayant qu'une superficie limitée et c'est l'une des raisons pour laquelle la taille des troupeaux est constituée d'un faible nombre de vaches (de 2 à 6 vaches par exploitation), entretenues généralement, par une main d'œuvre familiale.

L'alimentation est à base de foin et de paille achetés, rarement de fourrages verts, car l'exploitation ne dispose pas, ou, dispose de très peu de terre. Un aliment concentré est régulièrement apporté comme complément.

La vaccination contre la brucellose n'est pas pratiquée chez les ruminants de la région (DSA, 2013-2017).

#### 2.1.2. Ovins et caprins

Les populations ovine et caprine très rustiques se retrouvent dans toutes les régions de la wilaya. En termes d'effectifs des troupeaux, cette partie du cheptel est difficile à évaluer car elle n'est pas identifiée par les procédés usuels. On estime à environ 24.820 têtes ovines et 19.100 têtes caprines. Les valeurs de la taille des troupeaux sont néanmoins très hétérogènes (de 2 à 300 têtes) et, l'élevage dans la majorité des cas, est de type extensif (DSA, 2017).

Il est utile et nécessaire de souligner que dans ce cadre, la vaccination contre la brucellose n'est aucunement pratiquée chez les ruminants de la région (DSA, 2013-2017).

### 2.2. Chez l'homme

La Population humaine totale de la Wilaya de Mostaganem est estimée à 849.000 habitants en 2017, avec une densité démographique moyenne de 3.156 habitant/km<sup>2</sup>. La tranche d'âge de 20 à 30 ans, représente un taux de 37,16%, et celle de 40 à 60 ans d'environ 19,53% (DSPM, 2017).

En matière d'infrastructures (hôpitaux, polycliniques, salles de soins et structures spécialisées), la Wilaya est dotée des différents établissements qui répondent aux besoins permettant la couverture sanitaire des populations, même dans les régions les plus reculées, au vu de l'aspect rural de la wilaya (54%).

Trois franges de population ont été étudiées, les personnes exposées au risque de brucellose, des patients et des donneurs de sang.

### 3. Prélèvements

#### 3.1. Chez l'animal

Chez les animaux, le sang a été prélevé dans des tubes secs de 10 ml, de type Vacutainer, sans anticoagulant, pour opérer un prélèvement sanguin sous vide à la veine jugulaire chez les petits ruminants, et à la veine caudale chez les bovins. Les tubes ont été placés dans une glacière et ont été acheminés au laboratoire accompagnés d'une fiche d'identification. Les sérums obtenus après centrifugation du sang prélevé chez les différentes espèces de ruminants, ont été soumis aux techniques d'analyses sérologiques selon la réglementation en vigueur en Algérie (MADR, 1996a ; MADR, 1996b).

#### 3.2. Chez l'homme

Après l'asepsie et la mise en place du garrot au niveau de l'avant bras, le sang a été prélevé dans des tubes secs de 10 ml de type Vacutainer, étiqueté, portant le nom et prénom du malade. Les prélèvements ont été accompagnés de leurs fiches respectives de renseignement et ont été soumis aux techniques d'analyses sérologiques.

### 4. Tests sérologiques

#### 4.1. Chez l'animal

Les investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants ont été réalisées à l'aide de deux tests sérologiques: le test au rose Bengale (TRB) pour le dépistage des troupeaux, et la réaction de fixation du complément (TFC) pour la confirmation des cas positifs.

Pour les ovins et caprins, seul le test au Rose Bengale a été employé pour analyser les sérums.

Dans le cadre de l'évaluation des tests sérologiques dans le diagnostic de la brucellose bovine, trois tests sérologiques ont été utilisés : le TRB, le TFC et la Méthode ELISA-Indirect (i-ELISA).

Ces trois tests ont été utilisés selon les lignes directrices du Manuel des tests de diagnostic de Alton (1988) et conformément aux recommandations des procédures d'application décrites par les laboratoires fabricants des réactifs.

##### 4.1.1. Test au Rose Bengale

Le Test au Rose Bengale est un antigène composé d'une suspension concentrée de *Brucella abortus* (souche S99), dispersée en tampon acide (pH 3,65) et colorée au Rose Bengale. Il permet de détecter les anticorps de *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* et *Brucella suis* dans les échantillons de sérums d'animaux suspects de la maladie (Lillidale Diagnostics, BadburyView, Bothenwood, Wimborne, Dorset, BH21 4HU, United Kingdom).

Succinctement, un volume de 30 µl de sérum pur à examiner et 30 µl d'antigène, mis à température ambiante, ont été déposés côte à côte sur une plaque d'agglutination, puis, mélangés rapidement et agités doucement. Un sérum est considéré comme positif lorsqu'une agglutination même légère est visible à l'œil nu, après 4 minutes d'agitation. Des contrôles positifs et négatifs ont été inclus dans le test.

#### 4.1.2. Test de fixation du complément

L'antigène employé pour le TFC est une suspension concentrée de *Brucella abortus* (souche S99) (IDEXX Montpellier, France) (Laboratoire Pourquier - 326 Rue de la Galéra - 34097 Montpellier Cedex 5 – France). L'épreuve est basée sur la réaction antigène-anticorps qui résulte de la formation d'un complexe immun ouvrant le site de fixation du complément et l'activation de la cascade du complément. Le système hémolytique, qui comprend des globules rouges de moutons et un sérum anti-mouton, sert d'indicateur de la réaction. Si le complément est activé par l'intermédiaire de la formation du complexe immun (présence d'anticorps spécifiques), il n'y aura pas lyse des érythrocytes. Si aucun anticorps spécifique n'est présent, le complément libre entrainera la lyse des érythrocytes. Les résultats sont exprimés sous forme brute, selon le pourcentage d'inhibition de l'hémolyse observée. L'interprétation a été réalisée à partir de la conversion des résultats en titre, exprimé en unités internationales de fixation du complément (UIFC/ml). Un sérum présentant un titre égal à 20 UIFC/ml (soit au moins 50% d'inhibition de l'hémolyse à la dilution du sérum à tester au 1/4) ou plus, est considéré comme positif.

#### 4.1.3. Méthode ELISA-Indirect

Le principe de cette épreuve immuno-enzymatique indirecte est basée sur la détection d'anticorps, grâce à des antigènes bactériens fixés au fond d'un puits de microplaques. Les interactions antigène-anticorps sont révélées par une réaction enzymatique colorée. La présence ou l'absence d'anticorps anti-Lipopolysaccharides de *Brucella* est déterminée par comparaison des densités optiques (DO) des sérums individuels traités avec celles des valeurs seuils des sérums de contrôles inclus dans la plaque de microtitration.

La densité optique a été mesurée à 450 nm, et le pourcentage de positivité des sérums est défini par le fabricant du kit ELISA (SERELISA® *Brucella* OCB Ab Mono Indirect. Laboratoire Synbiotics Europe- 2 rue, Alexander Fleming 69376 Lyon cedex 07- France).

Les résultats sont exprimés sous forme d'un titre calculé selon la formule suivante:  $T_{i-ELISA} : DO \geq \alpha$ , pour une valeur seuil positive :  $\alpha = 0,6 \times (DOP)$ . Avec : T (titre), DO (densité optique du sérum analysé) et DOP (moyenne des densités optiques des échantillons de référence positifs, 0,6 est une valeur constante. Un sérum présentant une DO supérieure ou égale à la valeur seuil positive à  $\alpha$  est considéré comme positif, un échantillon présentant une DO inférieure à la valeur seuil positive est considéré comme négatif.

#### 4.2. Chez l'homme

Le sang est recueilli dans des tubes secs et il est centrifugé à 5000 tr/min pendant 10 mn. Le sérum est ensuite transvasé dans un autre tube sec et étiqueté pour être testé par l'épreuve à l'antigène tamponnée (TRB). Le test a été utilisé, comme indiqué, pour la recherche des anticorps anti-*Brucella* chez les animaux, selon les recommandations des laboratoires fabricants et la réglementation en vigueur en Algérie. Le TRB a été réalisé immédiatement après le prélèvement. Les prélèvements sanguins ont été effectués au niveau des laboratoires de diagnostic des hôpitaux de HCG et HAT, et pour le don de sang, au niveau du laboratoire central de l'HCG.

## 5. Type d'enquête, période d'étude et échantillonnage

### 5.1. Chez l'animal

#### 5.1.1. Typologie des élevages bovins

Une enquête par le biais d'un questionnaire a été réalisée pour l'étude de la typologie des élevages bovins en parallèle à l'étude de la fréquence des avortements chez les vaches laitières. Elle a été principalement fondée dans sa première partie, sur les pratiques de gestion et d'élevage, tels que ; l'état de l'exploitation, l'identification du cheptel et la conduite de l'élevage. Sa deuxième partie porte sur la connaissance de l'état sanitaire des animaux, à savoir ; la présence ou l'absence de brucellose bovine durant les cinq années (de 2008 à 2012) sur l'échantillon enquêté, la source de l'infection et les modes de transmission.

Le plan d'analyse de cette enquête épidémiologique concernera l'étude des caractéristiques des troupeaux et des exploitations. A cet effet, le questionnaire présenté en annexe E, portera sur plusieurs variables concernant :

- Le système d'élevage différenciant les élevages intensif, semi-extensif et extensif ;
- L'effectif des animaux du troupeau, leurs catégories ;
- Les races bovines formant le troupeau ;
- L'état hygiénique de l'environnement, des lieux et leurs aménagements ;
- L'état hygiénique de l'étable ;
- La conduite technique du troupeau : identification, reproduction (origine des animaux reproducteurs), contrôle sanitaire, etc.

#### 5.1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants

Il s'agit d'enquêtes de type transversal, menées de juin 2014 à mai 2015, afin d'évaluer la séroprévalence de la brucellose chez les ruminants dans la wilaya de Mostaganem.

La première enquête a concerné 3.106 prélèvements de sang de bovins âgés de plus de 2 ans, provenant de 479 exploitations agréées, à production laitière, sélectionnées selon un échantillonnage aléatoire systématique. Le nombre de sujets nécessaires à l'étude a été établie pour une prévalence attendue de 3% (Lounes et Bouyoucef, 2007), une précision relative de 20% et un niveau de confiance de 95 % (Toma *et al.*, 2011).

La seconde enquête réalisée chez les petits ruminants a été conduite dans une zone d'élevage de ces espèces. En raison des contraintes liées à un manque de moyens humains, particulièrement à la difficulté de rassembler les troupeaux dans un endroit commun, l'enquête n'a concerné que les exploitations dont les propriétaires ont bien voulu que leurs animaux fassent l'objet de cette opération. Les troupeaux testés sont au nombre de 65 (450 individus) pour les ovins et de 40 pour les caprins (287 individus). Les animaux sont âgés de plus de 6 mois.

### 5.1.3. Evaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine

La population d'étude n'étant pas totalement identifiée, la méthode d'échantillonnage retenue pour permettre une meilleure représentativité de la population a été réalisée sur une base de sondage constituée par la liste des éleveurs ayant adhéré au programme de la campagne de vaccination anti-aphteuse de 2012 (d'avril à août). Les troupeaux regroupent aussi bien les animaux identifiés que ceux qui ne le sont pas. Ce qui a permis de collecter des échantillons de sang de 4536 vaches laitières âgés de 3 à 5 ans, de races importée ou améliorée, appartenant à 521 troupeaux non vaccinés contre la brucellose.

La taille de l'échantillon a été déterminée pour une précision relative désirée de 35 %, une prévalence individuelle attendue de 10 % (Aggad et Boukraa, 2006) et un niveau de confiance de 95 % (Toma *et al.*, 2011). Un minimum de 283 sérums était nécessaire avec un supplément de 85 sérums pour compenser des sérums qui seraient inexploitable, ce qui a porté la taille de l'échantillon à 368 sérums. L'échantillonnage a été effectué selon un tirage systématique. Tout échantillon de sérum présentant un résultat positif à l'une des trois épreuves utilisées a été considéré comme étant un cas de brucellose bovine.

Les valeurs de sensibilité (Se) et de spécificité (Sp) estimées par l'opinion des experts de l'EFSA, (2007) ont été retenues pour le calcul des valeurs prédictives positive (VPP) et négative (VPN) (tableau III).

**Tableau III.** Prédiction de la Se et la Sp des tests évalués pour la brucellose bovine selon une méta-régression logistique (EFSSA, 2007).

Tests	Sensibilité (%) [IC à 95%]	Spécificité (%) [IC à 95%]
TRB	98,1[96,8-99,1]	99,8 [99,7-99,8]
TFC	96,0 [94,9-99,7]	99,8 [99,7-99,8]
i-ELISA	97,6 [94,1-99,2]	97,5 [97,2-97,9]

TRB: Test au Rose Bengale; TFC: Réaction de fixation du complément; i-Elisa: Epreuve Elisa-indirect. IC: Intervalle de Confiance.

### 5.1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières

Il s'agit d'une enquête épidémiologique descriptive de type transversal, à recueil rétrospectif par questionnaire sur les cas de brucellose chez les femelles bovines. Les vaches laitières appartenant à tout élevage bovin laitier, de races importées ou de races locales améliorées, âgées de trois à cinq ans, ayant des antécédents abortifs ou récents durant la période de 2008 à 2012 ont été incluses dans cette étude. Le recueil des données a été réalisé de décembre 2012 à mars 2013.

La taille de l'échantillon a été déterminée pour une précision relative désirée de 40% une prévalence troupeau attendue de 15% (DSA, 2012) et un niveau de confiance de 95% (Toma *et al.*, 2011). Pour atteindre la précision relative souhaitée, le nombre d'unités à introduire dans

l'échantillon de cette enquête est au minimum de 136 troupeaux. Ces derniers ont été tirés au sort, selon un échantillonnage de type aléatoire simple, en se servant de la table des nombres au hasard (Toma *et al.*, 2011).

Le questionnaire présenté (annexe E), porte sur plusieurs variables susceptibles d'intervenir dans l'épidémiologie de la brucellose étudiée dans cette enquête :

Les renseignements sur l'état sanitaire du cheptel ont également été recherchés, particulièrement :

- La recherche de signes évocateurs de brucellose (avortement) ;
- La date d'apparition de la maladie ;
- L'origine de la contamination du troupeau ;
- Le statut sérologique des animaux ;
- Les délais d'abattage sanitaire en cas de brucellose.
- Les données recueillies permettront de déterminer et de décrire les facteurs d'apparition de la brucellose dans les élevages bovins de la région, d'autant plus qu'il n'existe aucune information sur le taux d'avortement de cette affection dans les troupeaux.

#### **5.1.4.1. Définition d'un cas de brucellose**

Un cas de brucellose est défini comme étant :

- Soit, un troupeau dans lequel au moins un animal ayant avorté est retrouvé séropositif aux tests conventionnels vis-à-vis de la brucellose bovine,
- Soit, un troupeau dans lequel on retrouve, soit, un avortement au 7ème ou 8ème mois de la gestation, soit, l'expulsion d'un veau, mort-né, ou succombant dans les 48 heures

#### **5.1.4.2. Déroulement de l'étude**

Pour la réalisation de cette étude, la liste des éleveurs de bovins laitiers qui ont adhéré au programme de la campagne de vaccination anti-aphteuse de l'année 2012, et établie par la DSV de la wilaya de Mostaganem, a servi comme base à la sélection des troupeaux nécessaires à l'enquête (DSA, 2013).

L'enquête auprès des éleveurs propriétaires de bovins laitiers est conduite par des médecins vétérinaires qui ont bien voulu accepter de la réaliser. Cette équipe est composée de trois médecins vétérinaires du secteur public, trois du secteur privé, et un ingénieur en production animale.

Dans une première étape, l'équipe est conviée à une réunion pour la présentation du questionnaire, définir certains critères de jugement pour une meilleure standardisation des réponses, et expliquer le déroulement de l'enregistrement des données recueillies. Un questionnaire est établi par troupeau (annexe E).

A chaque visite d'une exploitation, l'éleveur (préalablement tiré au sort) est informé de l'objectif de la visite et du but de l'enquête qui est purement à caractère scientifique. Il sera ensuite interrogé sur certains paramètres techniques concernant son système d'élevage et

la conduite de son troupeau, tels que ; l'agrégé sanitaire de son exploitation auprès des services vétérinaires, la taille et la composition de son troupeau, les races exploitées, la santé de ses animaux avec la notion de dépistage sérologique de la brucellose, les antécédents de la maladie et le nombre de femelles ayant avorté à 7 mois durant les saisons précédentes, s'il ya lieu, ainsi que la date exacte de l'apparition de la maladie. Une partie du questionnaire est remplie sur la base des constatations observées au niveau de l'exploitation, particulièrement, celles relatives à l'état d'hygiène du milieu extérieur et de l'étable, notamment le type de logement.

#### **5.1.4.3. Plan d'analyse**

L'enquête épidémiologique concernera les points suivants :

- L'étude des caractéristiques des troupeaux ;
- L'étude des caractéristiques des exploitations ;
- La répartition de la brucellose dans les troupeaux ;
- Le taux d'avortement parmi les cas de brucellose ;
- La part des facteurs de santé, individuels ou de troupeaux, ainsi que, ceux d'environnement dans la contribution à l'apparition et à la persistance de la maladie dans la région.

En l'absence d'identification généralisée à l'ensemble des troupeaux, la synthèse des réponses à un questionnaire exécuté sur le terrain par des professionnels, permettra d'avoir une meilleure connaissance des pratiques locales en matière d'élevage et de gestion de la santé animale, mais aussi d'avoir des informations sur les avortements d'origine brucelloses dans les différentes régions de la wilaya et, de se faire une idée sur l'importance économique et hygiénique de la maladie.

### **5.2. Chez l'homme**

#### **5.2.1. Evolution des cas notifiés de 1999 à 2016**

Cette enquête est de type rétrospectif, à visée descriptive. Elle a concerné, les patients admis au service des maladies infectieuses et parasitaires de l'hôpital Che Guevara de Mostaganem et ce, du 1 janvier 1999 au 31 décembre 2016. Les malades reçus ont, soit, présenté des signes évocateurs de brucellose, soit admis pour une fièvre inexpliquée, ou résistante à un ou plusieurs traitements.

Les registres des admissions au service des maladies infectieuses et parasitaires ont servi au recueil des données concernant chaque cas hospitalisé.

#### **5.2.2. Séroprévalence chez les personnes à risque, les patients et les donneurs de sang**

La seconde enquête est de type transversal, prospectif, et a été accomplie durant une période de 3 mois (de avril à juin 2007). Elle a été réalisée sur un échantillon constitué de 13 personnes apparemment saines, mais exposées au risque de brucellose. Parmi les patients, 39 personnes de l'hôpital Che Guevara et 68 de l'hôpital de Ain Tedless, qui se sont présentés pour un bilan sanguin pour une autre raison que l'atteinte de brucellose. Enfin, 63 dons de sang de l'HAT, situé dans une zone rurale où l'élevage est prédominant. Les cas sont recrutés dans

les laboratoires de diagnostic des hôpitaux et au niveau du centre de transfusion sanguine de l'hôpital Ain Tedless.

### 5.2.2.1 Définition d'un cas de brucellose

Un cas de brucellose humaine est défini comme étant toute personne dont le sérum a réagi positivement au TRB.

### 5.2.2.2. Déroulement de l'étude

La présente étude à visée descriptive, aura une approche qualitative. La synthèse des réponses à un questionnaire permettra la description des caractéristiques sociodémographiques des cas étudiés, et de là, avoir une meilleure compréhension et une maîtrise de l'ampleur de la brucellose dans la wilaya de Mostaganem. Elle a été réalisée par une équipe formée pour cette enquête, composée de trois médecins spécialistes et de deux ingénieurs de laboratoire exerçants au niveau des hôpitaux du secteur public.

Concernant le recueil des données auprès de chaque cas dépisté, une fiche de renseignements a été établie (annexe F). Pour les patients et les donneurs de sang, cette fiche a été remplie sur la base des registres de demandes d'analyses et de don de sang. Pour ce qui est des personnes à risque, qui ont bien voulu participer à cette enquête, le recueil des données a été réalisé avec leur consentement éclairé.

### 5.2.2.3. Plan d'analyse

L'enquête épidémiologique concernera principalement les points suivants :

- L'étude des caractéristiques sociodémographiques des cas testés;
- Les observations cliniques en relation avec la brucellose;
- L'identification de l'origine supposée de la contamination;
- L'identification des signes évocateurs de la maladie.

## 6. Analyse statistique

### 6.1. Chez l'animal

#### 6.1.1. Calcul du nombre de sujets nécessaires à l'étude

Le calcul du nombre de troupeaux indispensable à cette étude est donné par la formule suivante, selon les caractéristiques qualitatives de l'enquête (Toma *et al.*, 2011) :

$$n = \frac{\varepsilon^2 (p \times q)}{i^2}$$

**Avec :**  $n$  (nombre d'unités dans l'échantillon) ;  $\varepsilon^2$  (écart réduit correspondant au risque  $\alpha$ ) ;  $p$  (proportion estimée attendue de la maladie dans le troupeau) ;  $q$  (complément de 1 à la proportion  $(1-p)$ ) ;  $i$  (degré de précision relative désirée).

### 6.1.2. Calcul de la séroprévalence

Dans les échantillons de sérums enquêtés, le pourcentage de séroprévalence animale apparente ( $p$ ) de la brucellose a été défini comme étant le rapport du nombre d'animaux infectés sur le nombre total d'animaux examinés. Le pourcentage de la séroprévalence troupeau a été défini comme étant le rapport du nombre de troupeaux infectés sur le nombre total de troupeaux testés (Toma *et al.*, 2011).

$$\text{prévalence animale } (p) = \frac{\text{Nombre d'animaux positifs à la brucellose}}{\text{Nombre total d'animaux testés}} \times 100$$

$$\text{prévalence troupeau } (p) = \frac{\text{Nombre de troupeaux positifs à la brucellose}}{\text{Nombre total de troupeau testés}} \times 100$$

Le calcul de l'intervalle de confiance (IC) des proportions est donné par la formule suivante, avec un risque d'erreur consentie de 5% (Toma *et al.*, 2011) :

$$IC = p \pm Z\alpha \sqrt{\frac{(p \times q)}{n}}$$

**Avec** :  $p$  (proportion estimée de la prévalence apparente de la maladie);  $q$  (complément à 1 de la proportion ( $1 - p$ ));  $n$  (nombre d'unités dans l'échantillon);  $Z\alpha$  (écart réduit correspondant au risque  $\alpha$ ).

La liaison statistique entre les variables étudiées a été mesurée à l'aide du test du Chi-deux de Pearson et du test exact de Fisher, pour un seuil significatif correspondant à  $\alpha=5\%$ . L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Excel version 2007.

### 6.1.3. Calcul des valeurs prédictives

La valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN) ont été calculées en tenant compte de la prévalence réelle de la maladie ( $pr$ ) estimée dans cette étude ainsi que de la sensibilité ( $Se$ ) et de la spécificité ( $Sp$ ) des tests de diagnostic utilisés (tableau III, EFSSA, 2007). Elles sont définies comme suit :

La VPP est la probabilité qu'un résultat positif corresponde à un individu réellement atteint par la maladie ou l'affection recherchée par le test mis en œuvre sur cet individu. La VPN est la probabilité qu'un résultat négatif corresponde à un individu réellement indemne de la maladie ou de l'affection recherchée par le test mis en œuvre sur cet individu.

$$VPP = \frac{Se \cdot pr}{Se \cdot pr + (1 - Sp) \cdot (1 - pr)} ; VPN = \frac{Sp \cdot (1 - pr)}{Sp \cdot (1 - pr) + (1 - Se) \cdot (pr)}$$

Le calcul des VPP et VPN ont été réalisés en tenant compte de la séroprévalence réelle ( $pr$ ), selon la formule suivante (Toma *et al.*, 2011) :

$$pr = \frac{pr + (Sp - 1)}{Se + Sp - 1}$$

La capacité de conclure à tort qu'un animal est infecté est définie par (Toma *et al.*, 2011):  $1 - VPP$  et la capacité de conclure à tort qu'un animal est indemne est définie par :  $1 - VPN$ .

#### 6.1.4. Analyse des variables de l'enquête sur la fréquence des avortements

Pour ce qui est de l'enquête rétrospective sur la fréquence des cas d'avortements brucelliques chez les vaches laitières, l'analyse des variables est réalisée par le logiciel SPSS.10 version anglaise et les représentations graphiques par le logiciel Excel version 2007.

### 6.2. Chez l'homme

#### 6.2.1. Nombre de sujets nécessaires à l'étude

La première enquête étant descriptive et rétrospective a concerné les cas de brucellose admis du 1 janvier 1999 au 31 décembre 2016, dans le service de maladies infectieuses de l'hôpital Che Guevara de Mostaganem.

Pour La seconde enquête transversale et prospective, d'une durée de 3 mois, ont été recrutés des donneurs de sang, des personnes exposées au risque de brucellose et des patients de différents services des hôpitaux HCG et HAT.

#### 6.2.2. Calcul de la séroprévalence

Le taux de séroprévalence de la maladie a été calculée selon la formule de Toma *et al.*, (2011):

$$prévalence (p) = \frac{\text{Nombre de personnes positives au test}}{\text{Nombre total de personnes testées}} \times 100$$

# **Chapitre II.**

## **Résultats**

## 1. Chez l'animal

### 1.1. Typologie des élevages bovins

#### 1.1.1. Répartition de la population bovine

##### 1.1.1.1. Selon le type et la race

La figure 20, montre que l'effectif des vaches laitières dans le troupeau est très important, il est de 1247. Les effectifs des autres catégories sont respectivement de l'ordre de 283 pour les génisses de remplacement, de 113 pour les taureaux reproducteurs, et enfin, de 232 pour les veaux et vèles. Au total le nombre de bovins est de 1875 répartis sur 136 troupeaux.

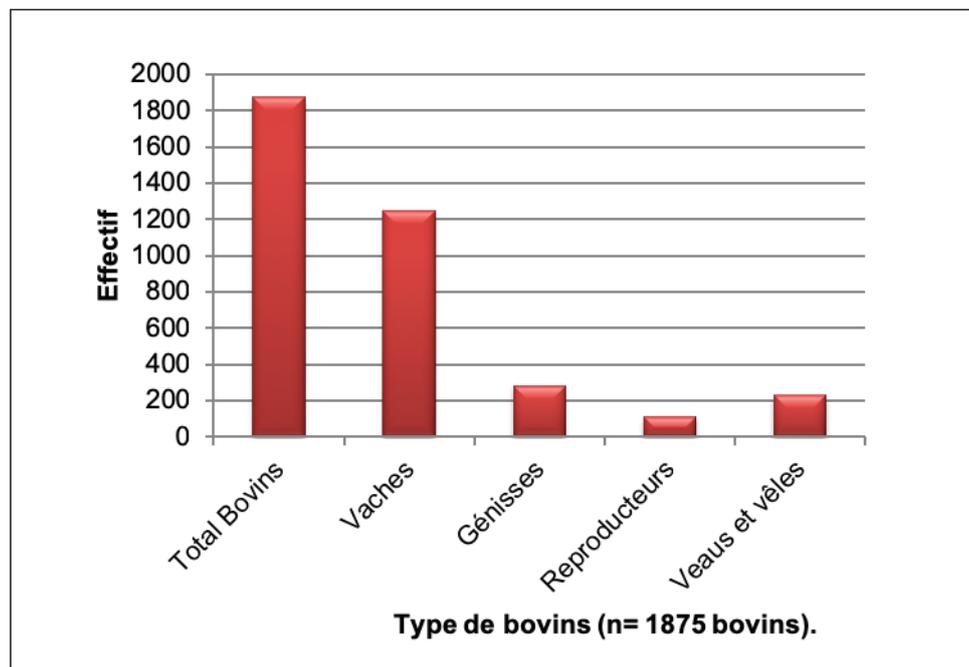


Figure 20. Répartition de la population bovine selon le type.

La taille des troupeaux est en moyenne de 14 [3-25] têtes bovines par troupeau. La distribution la plus importante étant celle des vaches, car celles-ci sont prédestinées à la production laitière, suivie de celle des génisses, futures productrices de veaux et de lait, destinées de plus au renouvellement du cheptel laitier. On note une moyenne de 9 [2-16] vaches, 3 [0-6], génisses, de 1 [0-2] taureaux reproducteurs et 2 [1-3] veaux et/ou vèles par exploitation.

Ces résultats montrent une variation importante des effectifs par troupeau. Le sexe ratio mâle/femelle étant de 1/14, ce qui signifierait que certains élevages pratiqueraient l'insémination artificielle.

Presque la totalité du cheptel bovin, soit 92% (figure 21) est constituée de races importées. Il se caractérise par la présence de deux races ; la Prim'Holstein et la Pie Rouge des Alpes qui sont très répandues dans les régions littorales. Ces dernières sont exploitées principalement pour leur production laitière élevée. La Pie Rouge Montbéliarde est également une race hautement productive, mais son effectif est plus réduit dans cette région (14%). Le reste de la population, soit environ 8%, est composé de races améliorées issues du croisement entre des races importées, entre elles, ou bien, avec les races locales.

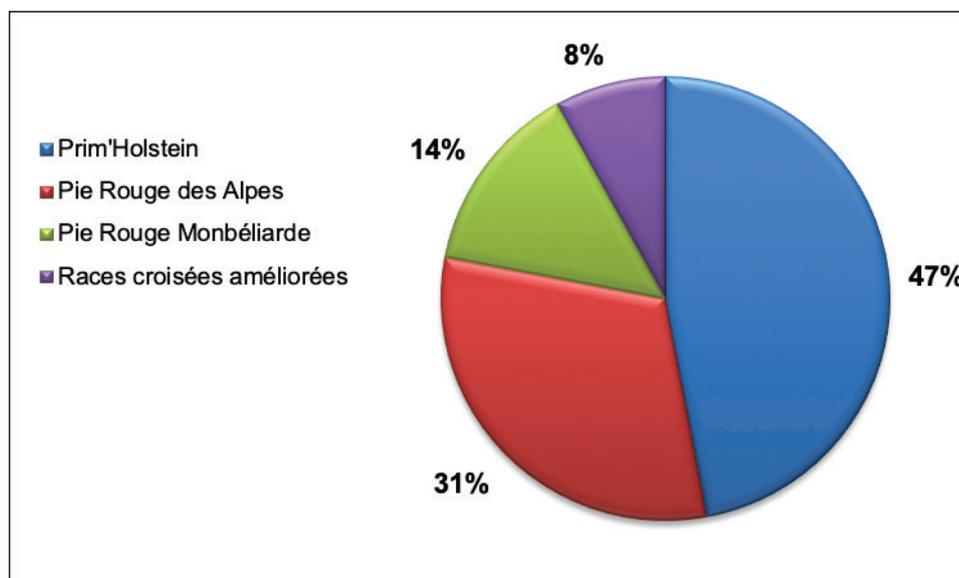


Figure 21. Distribution de la population bovine selon les races exploitées.

#### 1.1.1.2. Répartition de la population bovine selon le nombre de troupeaux et de vaches laitières.

La figure 22, montre que la moitié des exploitations, soit 50%, sont composées d'un effectif de moins de 10 bovins, 35% entre 11 à 20 bovins et 15% d'entre eux de plus de

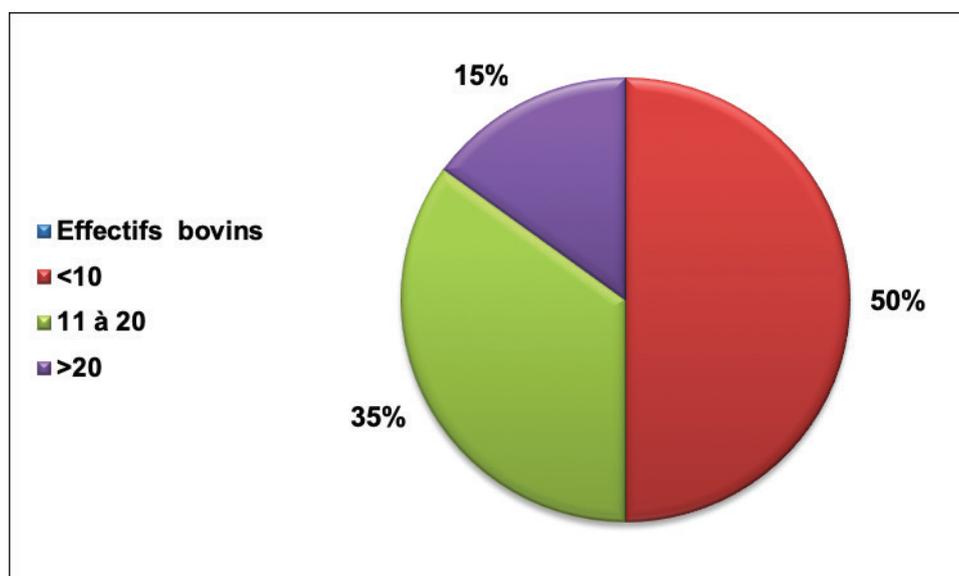


Figure 22. Distribution de la population bovine selon le nombre de troupeaux.

20 individus par exploitation. Ces chiffres montrent dans leur globalité, que 85% des troupeaux ont moins de 20 vaches, ce qui révèle que leur composante est de faible effectif et révèle que ces troupeaux ne correspondent pas réellement, à des élevages de bovins laitiers.

Les résultats exprimés dans la figure 23 indiquent que 75% des troupeaux sont constitués d'un nombre inférieur à 10 vaches laitières. L'effectif est de 11 à 20 sujets dans 17% des troupeaux et plus de 20 vaches dans 8% des troupeaux.

De même que pour le nombre global des animaux dans le troupeau, ces élevages sont à faibles effectifs en vaches laitières, ce qui n'est pas conforme aux caractéristiques d'un élevage de bovins laitiers.

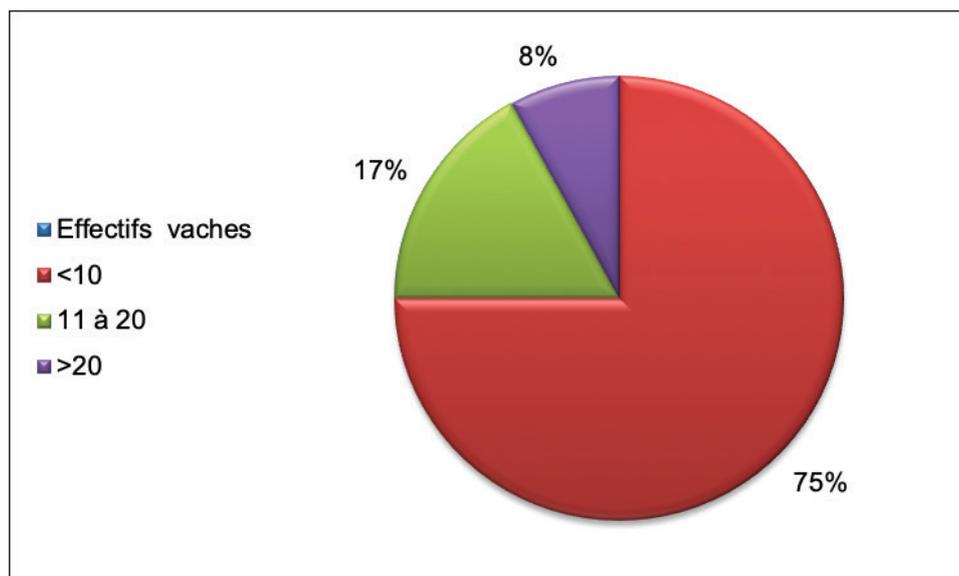


Figure 23. Distribution de la population bovine selon le nombre de vaches laitières.

L'effectif de l'ensemble de bovins ou de vaches dans la ferme est fonction de la surface de l'exploitation, du système d'élevage et des moyens de l'éleveur. La majorité des éleveurs possèdent un troupeau de faible taille, généralement, exploité en famille.

### 1.1.1.3. Description du statut sanitaire et du type d'élevage.

En moyenne 85% des troupeaux ont un statut sanitaire connu, c'est-à-dire qu'ils sont agréés auprès des services vétérinaires de la wilaya de Mostaganem. Les troupeaux sont donc testés régulièrement, soit, en principe, tous les 6 mois, vis à vis de la brucellose et de la tuberculose. Un taux de 15,4% des troupeaux ne sont pas agréés (tableau IV), ce qui représente un taux élevé d'exploitations sans suivi sanitaire, donc source probable de propagation de maladies.

Tableau IV. Distribution des troupeaux selon l'agrément sanitaire.

Agrément élevages	Proportions (%)
Agréé	84,6
Non agréé	15,4

Le mode d'élevage observé dans la région de Mostaganem est de type familial, traditionnel, les bovins étant élevés en mode semi-extensif dans la majorité des cas (74%) (tableau V). Ce système est pratiqué par les exploitations n'ayant qu'une superficie limitée et c'est l'une des raisons pour laquelle le troupeau est constitué d'un faible nombre de vaches. Les élevages de type extensif et intensif représentent pour chacun d'eux seulement 13%

**Tableau V.** Distribution des troupeaux selon le type d'élevage.

Type d'élevage	Proportion (%)
<b>Intensif</b>	13
<b>Extensif</b>	13
<b>Semi-extensif</b>	74

#### 1.1.1.4. Description de l'environnement et du type de logement.

Le bien-être des animaux est essentiel pour une bonne production. Il importe aux éleveurs d'élever leurs animaux dans de bonnes conditions environnementales. L'état d'entretien des exploitations et des étables est absent dans environ 20% des exploitations visitées. En outre, l'emplacement des lieux de stockage des déchets de l'étable ne sont pas respectés, puisque dans 52%, en moyenne, le fumier est entretenu près de l'étable. Cette situation est certainement une source de pollution de l'environnement et constituerait une voie d'entrée ou de résurgence de maladies (Tableau VI).

**Tableau VI.** Situation hygiénique des exploitations.

Etat hygiénique de l'exploitation	Effectifs (%)
<b>Satisfaisant<sup>1</sup></b>	22 (16,2)
<b>Moyen<sup>2</sup></b>	87 (64,0)
<b>Absent<sup>3</sup></b>	27 (19,9)
<b>Fumier stocké près de l'étable</b>	70 (51,5)
<b>Absence de fumier</b>	66 (48,5)

<sup>1</sup> : Absence d'accumulation de matières fécales ou de litière mouillée et de déchets de la ferme (matériel vétuste, matériaux contendants, fils métalliques sur le sol, autres déchets, etc) aux abords des bâtiments d'élevage, bâtiments propres, zone de stockage et de distribution des aliments isolée des déjections animales; enclos entretenus et aires de repos propres.

<sup>2</sup> : Accumulation de matières fécales ou de litière mouillée aux abords des bâtiments d'élevage, présence de déchets de la ferme, bâtiments propres, aire de repos non curée mais sèche.

<sup>3</sup> : Construction des bâtiments non conformes pour un élevage bovins, accumulation excessive de matières fécales ou de litière mouillée, présence de fumier ou de déchets de la ferme aux abords des bâtiments d'élevage, ainsi que de matériel vétuste, aliments et paille stockés avec les autres produits de la ferme, aire de repos non curée, non drainée.

Le tableau VII montre l'état hygiénique des étables. Il est observé dans 38,2% de celles-ci, l'absence de litière. Lorsque celle-ci est présente, elle est de mauvaise qualité (32,4%). De plus, son renouvellement n'est pas quotidien comme il devrait l'être (34,6% des cas) et absent dans 42,6% des bâtiments. La présence de tapis hygiéniques, à la place de litière, commode pour le nettoyage, n'a été constatée que dans une seule étable. De même, la litière est absente dans 38,2% des étables.

Il a été noté dans l'ensemble des exploitations enquêtées, l'absence de locaux spécialisés pour la mise bas, ou, pour l'entretien des petits. De même, l'absence de salle de traite, particulièrement pour les élevages à effectifs de bovins élevés. Ces locaux ne sont pas conçus au moment de la construction de l'étable, ce qui montre le manque de qualification des exploitants de ces élevages.

**Tableau VII.** État hygiénique et caractéristiques de la litière des étables.

<b>Litière</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Effectifs (%)</b>
<b>Présence</b>	Oui	84 (61,8)
	Non	52 (38,2)
<b>Qualité</b>	Sèche	43 (31,6)
	Humide	44 (32,4)
	Absence	49 (36,0)
<b>Renouvellement</b>	Quotidien	31(22,8)
	Non Quotidien	47 (34,6)
	Absente	58 (42,6)

La stabulation entravée est dominante dans la conception des étables (62,5%), les animaux étant attachés toute la journée et disposent d'un petit espace pour se reposer et pour se mouvoir. Quant aux méthodes de nettoyage, de désinfection et d'application du vide sanitaire, plus de 48,5% des exploitants ne l'appliquent pas, les locaux sont dans un état de salubrité médiocre (Tableau VIII).

**Tableau VIII.** Description du type et de l'état du logement.

<b>Etat du logement</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Effectifs (%)</b>
<b>Conception</b>	Stabulation libre	51 (37,5)
	Stabulation entravée	85 (62,5)
<b>Nettoyage, désinfection et vide sanitaire</b>	Oui	70 (51,6)
	Non	66 (48,5)

#### 1.1.1.5. Description de la conduite de la reproduction.

Malgré l'aide de l'État, la pratique de l'insémination artificielle n'est réalisée que chez 39% des troupeaux. Avant l'application de cette méthode, la synchronisation des chaleurs des femelles doit être mise en œuvre pour augmenter la productivité des bovins. Cette technique n'est employée que pour 29,4% des troupeaux (Tableau IX).

Un certain nombre d'éleveurs relaient pour la saillie de leurs femelles, l'insémination artificielle avec la monte naturelle. Cette dernière, pratiquée dans environ 80% des exploitations, est réalisée soit, avec les reproducteurs de l'exploitation, soit, avec ceux des fermes voisines. En moyenne, le statut sérologique des reproducteurs n'est pas connu dans 63% des cas, ce qui peut être source de contamination des femelles par des maladies infectieuses.

**Tableau IX.** Description de la conduite de la reproduction.

<b>Reproduction</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Effectifs (%)</b>
<b>Synchronisation des chaleurs</b>	Non	96 (70,6)
	Oui	40 (29,4)
<b>Insémination artificielle</b>	Non	83 (61,0)
	Oui	53 (39,0)
<b>Monte naturelle</b>	Non	30 (22,1)
	Oui	106 (77,9)
<b>Origine du reproducteur</b>	Exploitation	39 (28,7)
	Hors exploitation	81 (59,6)
<b>Statut sérologique du reproducteur introduit</b>	Connu	25 (18,4)
	Non connu	86 (63,2)

#### 1.1.1.6. Description de la conduite du troupeau.

Si les animaux ne sont pas identifiés par des boucles pérennes, numérotées à l'aide d'un code spécial pour chaque Wilaya, pour chaque exploitation et pour chaque animal, cela signifie qu'ils ne sont pas suivis du point de vue sanitaire. Il est constaté sur le tableau X, que plus de 20% des troupeaux enquêtés ne subissent pas de contrôle de dépistage sérologique de la brucellose bovine, bien qu'environ 70% des troupeaux soient testés. Le contrôle périodique n'est cependant pas réalisé dans les délais exigés par la réglementation en vigueur. En effet, 98% en moyenne des contrôles sont effectués au-delà de 6 mois.

Il est constaté que le statut sérologique des animaux nouvellement introduits dans la ferme n'est pas connu dans la majorité de celles-ci (soit dans 83%), de plus, la mise en quarantaine de ces animaux n'est pas une pratique courante dans 97% des exploitations. Ceci est également en faveur de l'introduction et de transmission de maladies dans le troupeau, et parfois à l'homme.

Il est malencontreusement noté, l'absence de document sanitaire dans 12,5% des exploitations, ce qui ne permet pas de connaître l'origine des animaux et de suivre leur parcours.

**Tableau X.** Description de la conduite du troupeau.

Conduite du troupeau	Caractéristiques	Effectifs (%)
Identification des animaux	Non	28 (20,6)
	Oui	108 (79,4)
Respect des contrôles de dépistage	Non	41 (30,1)
	Oui	95 (69,9)
Délai du contrôle de dépistage	De 3 à 6 mois	3 (2,2)
	Plus de 6 mois	133 (97,8)
Mise en quarantaine avant leur introduction	Non	132 (97,1)
	Oui	4 (2,9)
Statut sérologique des animaux introduits connu	Non	113 (83,1)
	Oui	23 (16,9)
Absence de document sanitaire	Non	17 (12,5)
	Oui	119 (87,5)

#### 1.1.1.7. Description de la main-d'œuvre utilisée.

La main d'œuvre disponible est en majorité de type familial (Tableau XI). Pour l'entretien du bétail et des fermes, 64% des éleveurs travaillent seuls ou avec des membres de leurs familles, généralement, leurs épouses et enfants.

De plus, non seulement, la disponibilité de la main-d'œuvre est faible (57,4%), mais elle est sans qualification dans 62,5% des cas. Les vachers (36,8% des cas) sont en réalité, des personnes qui au contact des animaux ont acquis de l'expérience dans l'élevage. En outre, les préposés aux animaux doivent être en nombre suffisant pour assurer la santé et le bien-être des bovins. Une seule personne, propriétaire d'une exploitation est dans le domaine de l'élevage. Il s'agit d'un technicien en agriculture.

**Tableau XI.** Description de la main-d'œuvre utilisée.

Main-d'œuvre	Caractéristiques	Effectifs (%)
Disponibilité	Non	58 (42,6)
	Oui	78 (57,4)
Type	Salarié	49 (36)
	Familial	87(64)
Qualification	Technicien	1 (0,7)
	Vacher	50 (36,8)
	Sans qualification	85 (62,5)

## 1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants

Pour exprimer les résultats des séroprévalences globales de la brucellose, les unités épidémiologiques animal (individuel) et troupeau (groupe) ont été considérées.

### 1.2.1. Séroprévalence chez les Bovins

#### 1.2.1.1. Séroprévalences individuelles et troupeaux

L'étude a porté sur un échantillon représentatif de 3106 prélèvements de sang bovin provenant de 479 exploitations à production laitière de la wilaya de Mostaganem. Les résultats des tests sérologiques sont résumés dans le tableaux XII.

Les taux de séroprévalences globales sont de 0,97% (IC95% : 0,62-1,31) au niveau animal et de 3,34% (IC95% : 1,73-4,95) au niveau troupeau. Ce qui représente des taux assez élevés, en particulier au niveau troupeau.

**Tableau XII.** Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers.

Niveau	n	Nombre de Positifs (%)	IC (95%)
Troupeau	479	16 (3,34)	1,73-4,95
Animal	3106	30 (0,97)	0,62-1,31

n=Nombre d'animaux testés, IC=Intervalle de confiance.

#### 1.2.1.2. Influence du sexe

L'étude révèle également que le pourcentage de séropositivité est significativement différent selon le genre ( $p=7,77 \cdot 10^{-5}$ ) (tableau XIII). En effet, il est plus élevé chez les mâles (16,0% ; IC95% : 1,63-30,4) que chez les femelles (0,84% ; IC95% : 0,52-1,17 ; OR : 22,3 ; IC95% : 5,20-72,8).

**Tableau XIII.** Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers en fonction du sexe.

Sexe	n	Séroprévalence (%)	IC (95%)	p(F)
Mâle	25	4 (16,0)	1,63-30,4	$7,77 \cdot 10^{-5}$ DS
Femelle	3081	26 (0,84)	0,52-1,17	

n=Nombre d'animaux testés, IC=Intervalle de confiance, p=Valeur de p, F=Test Exact de Fisher.

### 1.2.1.3. Influence de la zone d'étude

Enfin, les résultats du tableau XIV montrent que la brucellose est prévalente dans les zones étudiées. Les taux de 1,31% (IC95% : 0,34-2,27) sont constatés pour les Monts du Dahra, de 0,93% (IC95% : 0,43-1,43) au niveau des Plateaux et de 0,85% (IC95% : 0,33-1,38) pour les Vallées Est et Ouest, mais qu'il n'y a aucun effet probant sur le taux de l'infection par zone étudiée ( $\chi^2=0,82$  ;  $p=0,66$ ).

**Tableau XIV.** Répartition de la séroprévalence de la brucellose chez les bovins laitiers en fonction de la zone d'étude.

Zone	n	Nombres de Positifs (%)	IC (95%)	p ( $\chi^2$ )
M. Dahra	536	7 (1,31)	0,34-2,27	0,66 NS
Plateaux	1398	13 (0,93)	0,43-1,43	
V. E et O	1172	10 (0,85)	0,33-1,38	

n=Nombres d'animaux testés, IC=Intervalle de confiance, p=Valeur de p,  $\chi^2$ =Test du Chi-deux de Pearson, M. Dahra=Monts du Dahra, V. E et O=Vallées Est et Ouest.

### 1.2.2. Séroprévalence chez les ovins et les caprins

Les résultats observés chez les petits ruminants sont illustrés par les tableaux XV et XVI ci-dessous.

Bien qu'il n'existe aucune différence significative des séroprévalences globales à l'échelle troupeau ( $p=0,20$ ), les taux sont particulièrement élevés chez les caprins, en l'occurrence 17,5% (IC95% : 5,72-29,3) par rapport aux ovins, où ils ne sont que de 7,69% (IC95% : 1,21-14,2) (tableau XV)

**Tableau XV.** Répartition des taux de séroprévalence troupeau de la brucellose ovine et caprine.

Troupeaux	n	Nombres Positifs (%)	IC (95%)	p(F)
Ovins	65	5 (7,69)	1,21-14,2	0,20
Caprins	40	7 (17,5)	5,72-29,3	

n=Nombres d'animaux testés ; IC: Intervalle de confiance, p: valeur de p ; F: test exact de Fisher.

Selon les résultats obtenus au niveau animal (tableau XVI), la séroprévalence globale est significativement plus élevée ( $\chi^2=4,83$  ;  $p=0,03$ ) chez les caprins (5,23% ; IC95% : 2,65-7,80) que chez les ovins (2,22% ; IC95% : 0,86-3,58).

**Tableau XVI.** Répartition des taux de séroprévalence animale de la brucellose ovine et caprine.

Animaux	n	Nombres Positifs (%)	IC (95%)	p ( $\chi^2$ )
Ovins	450	10 (2,22)	0,86-3,58	0,03 DS
Caprins	287	15 (5,23)	2,65-7,80	

n=Nombres d'animaux testés ; IC: Intervalle de confiance,  $\chi^2$ =Test du Chi-deux de Pearson.

### 1.3. Évaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine.

#### 1.3.1. Séroprévalence de la brucellose bovine selon les tests utilisés

Sur les 368 sérums qui ont été testés, les valeurs des séroprévalences individuelles obtenues pour chaque épreuve sont exprimées dans le tableau XVII.

La lecture du contenu de ce tableau indique que la séroprévalence de la brucellose est élevée chez les bovins et montre que les résultats sérologiques des sérums testés sont tributaires des épreuves utilisées. Ainsi, le nombre de cas positifs est supérieur avec le TRB (n = 20) comparativement aux tests i-Élisa (n = 15) et TFC (n = 13).

**Tableau XVII.** Séroprévalence de la brucellose bovine selon les tests utilisés (n=368).

Tests	Sérums positifs	Séroprévalence individuelle (%)	IC (95 %)
TRB	20	5,4	3,1-7,7
TFC	13	3,5	1,6-5,4
i-Elisa	15	4,1	2,1-6,0

TRB: Test au Rose Bengale; TFC: Test de fixation du complément; i-Élisa: Epreuve Élisa-indirect.

#### 1.3.2. Valeurs prédictives positives et négatives calculées

L'étude des valeurs prédictives d'un test est une notion d'une grande importance, utile dans la pratique, car elle permet de connaître la probabilité qu'un test positif ou négatif soit réellement positif, ou réciproquement négatif, ainsi, elle facilite l'interprétation des résultats sérologiques obtenus particulièrement lorsqu'il s'agit de prendre des décisions sur le terrain. Le tableau XVIII, illustre les valeurs des VPP et VPN calculées dans le contexte de cette étude.

**Tableau XVIII.** Valeurs des VPP et VPN.

Valeur prédictive	TRB	TFC	i-Élisa
<b>VPP (%)</b>	96,5	94,5	40,1
<b>VPN (%)</b>	99,89	99,86	99,96

RBT: Test au Rose Bengale; TFC: Réaction de fixation du complément; i-Élisa: Epreuve Élisa-indirect ; VPP : valeur prédictive positive ; VPN : valeur prédictive négative.  
IC : Intervalle de Confiance à 95%.

Les résultats du tableau XVIII montrent que la VPP obtenue avec le TRB (96,5%) est bien meilleure comparativement à celle obtenue avec l'i-ELISA (40,1%) et à un degré moindre que celle obtenue avec le TFC (94,5%). Par contre, les trois tests ont présenté un haut niveau de VPN (excédant les 99,8%).

Le risque d'obtenir une réponse faussement positive est égale à [1-VPP] (%) et celui d'obtenir une réponse faussement négative est égale à [1-VPN] (%) sont exprimés dans le tableau XIX suivant.

**Tableau XIX.** Risques de réponses faussement positive et faussement négative.

Risque (%)	TRB	TFC	i-ELISA
<b>Réponse faussement positive</b>	3,5	5,5	59,9
<b>Réponse faussement négative</b>	0,0011	0,14	0,004

#### 1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières

Les tableaux ci-dessous représentent les résultats du croisement des variables qualitatives caractérisant les exploitations de la région enquêtée (de décembre 2012 à mars 2013), avec la prévalence de la brucellose dans le cheptel bovin laitier.

##### 1.4.1. Répartition de la brucellose selon les caractéristiques des troupeaux.

###### 1.4.1.1. Répartition de la séroprévalence de la brucellose en fonction du type d'élevage et de l'agrégé sanitaire.

Une relation très significative (DS) (tableau XX) existe entre la contamination des troupeaux par la brucellose et le type d'élevage ( $p=0,002$ ). Elle est en faveur du système semi-extensif, par rapport à l'intensif, puis l'extensif.

Le statut d'identification n'influence pas significativement sur la prévalence de la brucellose (NS) ( $p = 0,327$ ) (tableau XX). L'obtention de l'agrément sanitaire signifie que les animaux sont identifiés et suivis périodiquement pour un dépistage vis-à-vis de la brucellose et de la tuberculose.

De même, que l'analyse statistique indique qu'il n'existe aucune relation significative entre le dépistage obligatoire des troupeaux ( $p=0,327$ ), l'absence ou la présence du certificat sanitaire confirmant l'agréeage sanitaire des exploitations bovines laitières ( $p=1$ ) et l'apparition de la brucellose.

**Tableau XX.** Distribution de la séroprévalence de la brucellose en fonction du type d'élevage et de l'agréeage sanitaire.

Variables	Caractéristiques	N	NP	Pr (%)	$p(x^2)$
Type d'élevage	Intensif	18	3	17	0,002 DS
	Extensif	18	0	0	
	Semi-Extensif	100	31	31	
Identification des bovins	Non identifié	28	5	18	0,327
	Identifié	108	29	27	NS

N : Population, NP : nombre de positifs, Pr : Prévalence,  $p(x^2)$ : seuil de signification

#### 1.4.1.2. Répartition de la séroprévalence de la brucellose en fonction de la situation hygiénique des exploitations.

Le tableau XXI ci-dessous montre qu'il y a une relation significative entre l'apparition de la brucellose dans les troupeaux et l'état hygiénique du milieu environnant aux troupeaux ( $p=0,049$ ). En effet, il est noté dans 26 à 30% des fermes, une hygiène absente ou moyenne. La significativité est beaucoup plus importante concernant la présence de fumier stocké près des étables ( $p=0,01$ ). C'est ainsi que le fumier présent dans 34% des exploitations, peut être à l'origine de contamination des troupeaux par cette maladie.

De même que la brucellose est significativement présente dans les troupeaux ( $p=0,029$ ) lorsque le nettoyage, la désinfection et le vide sanitaire des étables ne sont pas effectués selon les normes ( $p < 0,05$ ).

Il apparaît selon ces résultats, qu'il n'existe pas de relation significative entre la maladie dans les troupeaux et la présence ou l'absence de litière dans l'étable ( $p=0,541$ ), sa qualité ( $p = 0,939$ ) et son renouvellement ( $p = 0,295$ ).

**Tableau XXI.** Distribution de la séroprévalence de la brucellose selon l'état d'hygiène des exploitations.

Variables		N	NP	Pr (%)	p ( $\chi^2$ )
<b>Etat des exploitations</b>	Satisfaisant	22	1	5	0,049 DS
	Moyen	87	26	30	
	Absent	27	7	26	
<b>Fumier stocké près de l'étable</b>	Présence	70	24	34	0,010 DS
	Absence	66	10	15	
<b>Désinfection des étables</b>	Non	70	22	31	0,029 DS
	Oui	66	12	18	

N : Population, NP : nombre de positifs, Pr : Prévalence, p( $\chi^2$ ): seuil de signification.

#### 1.4.1.3. Répartition de la prévalence de la brucellose en fonction de la conduite de la reproduction.

Le test du chi-deux (Tableau XXII) fait ressortir l'absence de relation significative entre la prévalence de la brucellose dans les troupeaux et le statut sérologique des taureaux reproducteurs utilisés pour l'accouplement (statut connu, statut non connu) ( $p=0,055$ ), ainsi que le mode de procréation par monte naturelle ( $p=0,811$ ) ou bien par insémination artificielle ( $p=0,919$ ). Il faut retenir que 17% des reproducteurs ont un statut méconnu en ce qui concerne les différentes opérations de dépistage de cette pathologie.

**Tableau XXII.** Distribution de la prévalence de la brucellose selon la conduite de la reproduction.

Statut sérologique du reproducteur connu	N	NP	Pr (%)	p ( $\chi^2$ )
<b>Oui</b>	113	30	27	0,055
<b>Non</b>	23	4	17	NS

N : Population, NP : nombre de positifs, Pr : Prévalence, p( $\chi^2$ ): seuil de signification.

#### 1.4.1.4. Répartition de la brucellose selon l'origine de la contamination.

La contamination des troupeaux par la brucellose est due, soit, à une femelle nouvellement introduite dans le troupeau suite à un achat (14,7% des cas), soit, lors de l'introduction d'un mâle en vue de l'accouplement d'une ou de plusieurs femelles (9,6% des cas observés). De surcroît, le statut sérologique de ces animaux vis-à-vis de la brucellose est méconnu dans 83% des cas enquêtés (tableau XXIII). Le pâturage ne semble pas être à l'origine de la contamination des animaux.

**Tableau XXIII.** Répartition de la brucellose selon l'origine de la contamination

Origine de la contamination		Effectifs (%)
<b>Achat</b>	Non	10 ( 7,4)
	Oui	20 (14,7)
<b>Accouplement</b>	Non	16 (11,8)
	Oui	13 ( 9,6)

De même qu'il est constaté que :

- les zones destinées à l'isolement des animaux, lorsque ces derniers sont atteints de brucellose ou d'autres pathologies infectieuses, sont absentes dans les exploitations à raison de 95,55% ;
- L'abattage sanitaire des animaux brucelliques n'est pas réalisé dans les délais requis dans 35,71% (norme : de 8 à 15 jours) ;
- un taux de 26,66% des cas brucelliques ne sont pas déclarés aux autorités sanitaires vétérinaires;
- de même que ; le nettoyage, la désinfection et le vide sanitaire, obligatoires après l'élimination d'un animal brucellique ne sont pas réalisés dans 43,33% des exploitations.

Toutes ces situations sont en faveur de l'apparition et de la persistance de maladies infectieuses contagieuses ou non, dans les troupeaux.

#### **1.4.1.5. Répartition de la brucellose bovine par daïra.**

Le tableau XXIV, indique une relation significative de la présence de la brucellose dans les troupeaux entre les différentes daïras ( $p=0,033$ ). Le taux d'infection des troupeaux semble être plus important dans la daïra de Kheir Eddine, suivi par celles de Hassi Mamèche et Mesra, ensuite celle de Ain Tedless, de Bouguirat (zones connues pour leurs importances en élevages bovins ou mixtes) et enfin, les taux les plus faibles se trouvent dans les daïra de Ain Nouissy, Sidi Lakhdar et Achaacha (zone à dominante d'élevage ovin-caprin). La maladie est absente dans le chef lieu de wilaya Mostaganem, dans la mesure où cette daïra est connue pour son urbanisation.

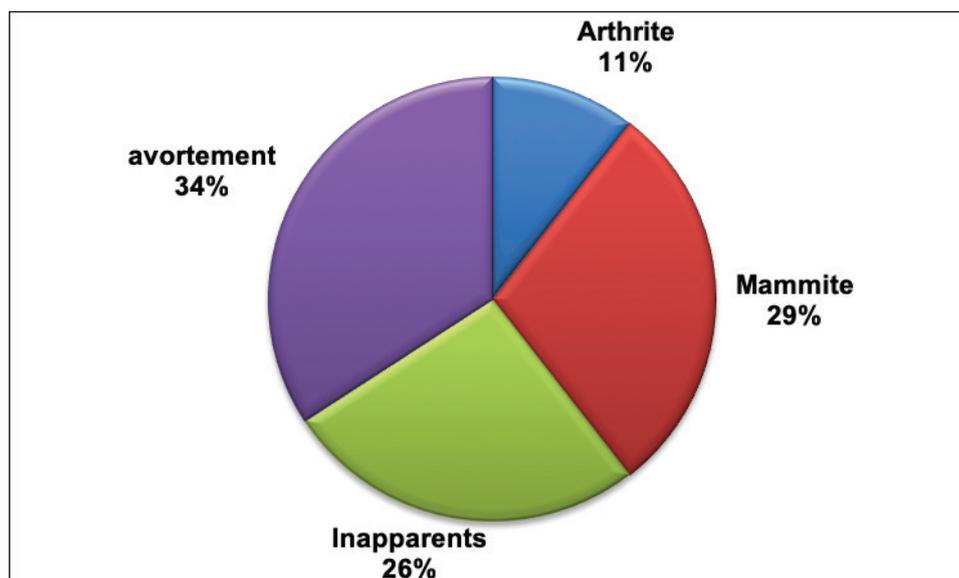
**Tableau XXIV.** Distribution de la prévalence de la brucellose bovine en fonction des daïras (décembre 2012 à avril 2013).

Daïra	Effectifs positifs (%)	p ( $\chi^2$ )
Mostaganem	0 (0)	
Hassi Mamèche	5 (3,7)	
Ain Nouissy	1 (0,7)	
Mesra	5 (3,7)	
Bouguirat	3 (2,2)	0,033
Kheir Eddine	14 (10,3)	DS
Ain Tedles	4 (3)	
Sidi Ali	0 (0)	
Sidi Lakhdar	1 (0,7)	
Achaacha	1 (0,7)	

N: Population, NP: nombre de positifs, Pr: Prévalence, p( $\chi^2$ ): seuil de signification.

#### 1.4.1.6. Répartition de la brucellose selon les signes cliniques.

La figure 24, indique que l'avortement est le symptôme le plus important parmi les signes cliniques (34%). Cependant, le taux de mammites (29%) et le taux relatif à l'absence d'expression clinique (26%) lors de la maladie, occupent une place aussi importante. Ce sont des troubles qui peuvent être à l'origine de la contamination, aussi bien humaine, qu'animale. Dans les troupeaux mixtes enquêtés, seuls les bovins femelles sont atteints de brucellose, les autres ne sont pas touchés. On retrouve tout de même l'infection chez un seul mâle reproducteur. Généralement, la maladie n'est recherchée chez le mâle que lorsque les femelles sont atteintes par la maladie.



**Figure 24.** Répartition de la brucellose selon les signes cliniques.

Il a été observé, lors de cette enquête, l'existence d'un hygroma du genou chez une vache laitière atteinte de brucellose (figure 25). On constate, la difficulté de déplacement de l'animal, due à l'enfllement de l'articulation du genou.



**Figure 25.** Aspect d'un hygroma du genou chez une vache atteinte de brucellose (flèche noire).  
Source : auteure.

#### 1.4.1.7. Répartition de la brucellose selon le taux de troupeaux infectés.

La brucellose est présente dans 25% des troupeaux (Tableau XXV) avec un taux d'avortement d'environ 10%. Ces pourcentages sont élevés et reflètent le fort taux de cette pathologie dans le troupeau.

**Tableau XXV.** Distribution de la prévalence des avortements brucelliques en fonction des troupeaux.

		Effectifs (%)
<b>Présence de la brucellose</b>	<b>Non</b>	102 (75)
	<b>Oui</b>	34 (25)
<b>Avortement</b>	<b>Non</b>	123 (90,4)
	<b>Oui</b>	13 (9,6)

Selon les résultats du test statistique, une relation fortement significative existe entre l'infection brucellique constatée dans les troupeaux et les avortements ( $p < 10^{-4}$ ) (Tableau XXVI).

**Tableau XXVI.** Distribution de la prévalence des avortements brucelliques dans les troupeaux.

Avortement	Brucellose (%)	p ( $\chi^2$ )		
		Non	Oui	Total
Non	Effectif	102	21	123
	% compris dans avortement	82,9	17,1	100
Oui	Effectif	0	13	13
	% compris dans avortement	0	100	100

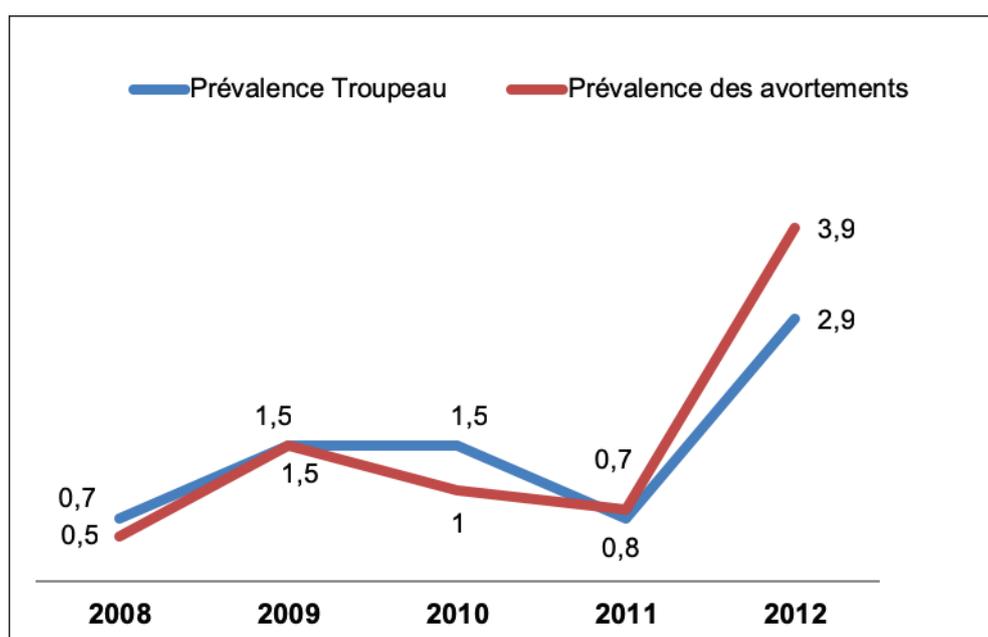
0,0001  
DS

N : Population, NP: nombre de positifs, Pr: Prévalence, p( $\chi^2$ ): seuil de signification.

#### 1.4.2. Evolution de la brucellose de 2008 à 2012

Les taux de prévalences troupeaux et celle des avortements, enregistrés durant les années 2008-2012 dans l'échantillon enquêté varient d'une année à l'autre (figure 26). Le taux de prévalence troupeau est faible en 2008 et 2011. Il est élevé et reste stable de 2009 à 2010, pour atteindre un pic en 2012.

Concernant le taux de prévalence des avortements, on constate qu'il suit le taux de prévalence troupeau, sauf pour l'année 2010. Si le nombre d'avortements a diminué, le nombre de troupeaux atteints est resté identique. Cette forte variation entre les taux de prévalence indique que la maladie est fréquente dans la région et sévit de façon enzootique, avec quelques fois des pics épizootiques où l'on observe des taux d'avortement très élevés. Ceci est certainement du au nombre important d'animaux atteints et à la virulence de la souche de *Brucella*.



**Figure 26.** Evolution des taux de prévalence troupeau de la brucellose et des taux d'avortements de 2008 à 2012 à Mostaganem.

## 2. Chez l'homme

### 2.1. Evolution des cas de brucellose notifiés de 1999 à 2016

Cette enquête de type rétrospectif est à visée descriptive. Elle concerne les cas de brucelloses déclarés chez les patients admis dans le service de maladies infectieuses de l'hôpital Che Guevara de Mostaganem et en provenance de tout le territoire de la wilaya. Son objectif est de déterminer les caractéristiques démographiques et spatio-temporelles des patients atteints de brucellose, la distribution géographique par lieu de résidence et d'établir les facteurs probables ou en cause de l'apparition de la maladie.

Les résultats de cette première enquête (tableau XXVI) montrent que tous les patients ont présentés des signes cliniques évocateurs d'une brucellose en phase aiguë. Pour la plupart d'eux confirmée par un TRB fortement positif et /ou un test de Wright positif ( $\geq 1/80$ ème), confirmant une brucellose aiguë.

On constate un manque d'informations pour certaines données à caractère social du malade hospitalisé pour une brucellose, qui sont, au demeurant, importantes pour décrire la situation épidémiologique, tels que, le sexe du malade, son âge et la date d'hospitalisation. En effet, en raison des signes cliniques de cette maladie, qui ne sont pas spécifiques, les malades sont souvent orientés au service des maladies contagieuses et parasitaire et ce, après des échecs de traitement (souvent plusieurs traitements) pour une fièvre persistante inexplicée. Néanmoins, les résultats montrent bien la répartition de la brucellose dans les différentes communes, y compris le chef lieu de wilaya. Le mode de contamination prédominant est la consommation de lait, aussi bien dans la population rurale, qu'urbaine, avec une prédominance masculine.

Il faut savoir, qu'il n'a pas été possible au niveau de la Direction de la Santé de Mostaganem, d'avoir les informations concernant la situation de la brucellose humaine. Il y a une rétention de l'information à l'échelle du service chargé de l'épidémiologie.

Parmi les malades, au nombre de quatre (04), des professionnels de la santé animale, médecin vétérinaire, marchand de bétail, technicien vétérinaire et vacher. Une exposition unique d'un groupe de personnes (en 2003 et en 2008) qui ont consommé simultanément du lait cru de vache et/ou du petit-lait frais à l'occasion d'un repas, avec pratiquement les mêmes délais d'apparition de la maladie (tableau XXVI).

Il est constaté que ces produits sont achetés directement à la ferme ou dans les commerces informels, ou encore, dans différents quartiers des communes de la Wilaya de Mostaganem, aussi bien, en zone urbaine (figures 27 et 28), qu'en zone rurale, voire, à l'abord des autoroutes (figures 29 et 30), pratiques de vente particulières aux éleveurs, et à un degré moindre aux transhumants.

Parmis les résultats constatés, on note que la tranche d'âge la plus touchée est de 16 à 50 ans, avec une atteinte plus importante chez les adultes de plus de 22 ans.

Indépendamment des saisons, on remarque également que la brucellose sévit tout le long de l'année, aussi bien dans les zones rurales qu'en zone urbaine, mais avec une tendance plus importante en périodes de printemps et d'été.

En outre, il a été observé, une sacro-iléite chez un homme, une neurobrucellose chez une jeune fille et une complication osseuse concomitante due à une tuberculose miliaire.

**Tableau XXVI.** Évolution des cas de brucellose, notifiés de 1999 à 2016, à l'hôpital Che Guevara de Mostaganem.

Année	cas	Age (an)	Sexe	Commune	Date atteinte/Observations
1999 <sup>1</sup>	01 <sup>1</sup>	26	F	C. Mesra	./?
2000 <sup>1</sup>	01 <sup>1</sup>	?	?	C. Benabdel Malek Ramdane	Mai/?
2001	04	22	H	C. Ain Boudinar	17/07/01./?
		34	F	C. Mostaganem (cité 5 juillet)	08/5/01. Consommation de lait
		37 <sup>5</sup>	H	C.Touahria centre	31/12/01. Contact animaux et consommation de lait
		?	?	C.Benabdel Malek Ramdane	?/?
2003	05 <sup>2</sup>	16 <sup>2,3,4</sup>	F	C. Mostaganem (cité 5 juillet)	06 /4/03. Consommation de lait, neurobrucellose
		20 <sup>2,3,4</sup>	H	C. Mostaganem (cité 5 juillet)	06 /4/03. Consommation de lait
		20 <sup>2,4</sup>	H	C. Mostaganem (Rue Amara H)	06 /4/03. Consommation de lait
		20 <sup>2,4</sup>	H	C. Mostaganem (Rue Amara H)	02/07/03. Consommation de lait
		39 <sup>2</sup>	H	C. Mostaganem (Cité Djebli )	22/01/03. Consommation de lait
2006	4	37 <sup>5</sup>	H	Vacancier	07/06/06. Consommation de petit-lait
		38 <sup>5</sup>	H	C. Mostaganem	05/06/06./?
		50 <sup>6</sup>	H	C. Mostaganem	08/06/06. Sacro-iléite
		50	F	C. Mostaganem	?/?
2008	3	21 <sup>7</sup>	H	C.Kheir Eddine	03/9/08. Contact animaux Fièvre élevée, état altéré, traité avant admission EAT++
		45 <sup>2,8</sup>	H	C.Bled Touhria Ain Tedless	07/9/08. Consommation de petit-lait. Fièvre vespérale, nocturne, sueurs, asthénie et céphalées.
		32 <sup>2,9</sup>	F	C.Bled Touhria Ain Tedless /	?/9/08. Consommation de petit-lait Fièvre, sueurs, asthénie, traité avant admission.
2011	1	24	H	C.Kheir Eddine	Récidive. Technicien vétérinaire
2016	1	25	F	C.Mansoura	22/9/16. TBC miliaire associée

C: commune ; <sup>1</sup>: signes cliniques ; <sup>2</sup>: test de Wright positif ; <sup>3</sup> : même famille ; <sup>4</sup>:voisins , consommation de lait lors d'une fête; <sup>5</sup>: médecin vétérinaire ; <sup>6</sup>: Enseignant universitaire ; <sup>7</sup> : vacher ; <sup>8</sup> : marchand de bétail ; <sup>9</sup> : épouse du marchand de bétail ;?: indéterminé ; TBC : tuberculose.



**Figure 27.** Vente informelle de lait et sous produits Laitiers à l'abord d'une route, dans un quartier d'une cité de la commune de Mostaganem.  
Source : auteure.



**Figure 28.** Vente informelle : aspect des bidons de lait et sous produits laitiers crus, vendus dans le marché informel.  
Source : auteure.



**Figure 29.** Transhumants à l'abord de l'autoroute, Wilaya de Mostaganem.  
Source: auteure.



**Figure 30.** Vente informelle de lait cru et de ses sous-produits à l'abord des autoroutes de la Wilaya de Mostaganem (flèche rouge).  
Source: auteure

## 2.2. Séroprévalence de la brucellose chez les personnes à risques, les patients et les donneurs de sang (d'avril à juin 2007)

La seconde enquête de séroprévalence sur la brucellose humaine est de type transversal, prospectif, et porte sur un petit échantillon de personnes exposées au risque de la maladie (médecin vétérinaire, etc.), des patients du centre hospitalier Che Guevara de Mostaganem et de l'Hôpital de Ain Tedless et, chez les donneurs de sang de l'HAT. L'étude s'est déroulée sur une période de 3 mois (d'avril à juin 2007) (tableau XXVII).

**Tableau XXVII.** Séroprévalence de la brucellose chez les personnes à risques, les patients et les donneurs de sang (n=183).

Échantillon	Cas	Sexe		Age (an)	Cas positifs			Prévalence (%)
		H	F		T	H	F	
Personnes exposées	13	05	08	27-51	05	03	02	38
Patients HCG <sup>1</sup>	39	17	22	05-70	01	01	00	3
Patients HAT <sup>2</sup>	68	37	31	18-60	13	08	05	19
Donneurs de sang HTA	63	63	0	18-58	05	05	0	8

<sup>1</sup>: Patients service contagieux; <sup>2</sup>: Patients différents services HCG : Hôpital Che Guevara ; HAT : Hôpital de Ain Tedless ; T : Total ; H : homme ; F : femme.

Parmi les personnes testées, on constate une séroprévalence élevée, de 38% (5/13) dans la tranche des personnes exposées au risque de brucellose, 3% (1/39) chez les patients de l'HCG, 19% (13/68) chez les patients de l'HAT et 8% (5/63) chez les donneurs de sang.

Parmi les personnes exposées, huit (08) femmes (dont, cinq (05) médecins vétérinaires, une (01) ingénieure, deux (02) techniciennes de laboratoire) et cinq (05) hommes (dont, trois (03) médecins vétérinaires, un (01) technicien de laboratoire et un (01) technicien préposé aux abattoirs).

La moyenne d'âge des personnes testées était de, 39 ans pour les personnes à risque, 37,5 ans pour les malades de l'HCG, 39 ans pour les patients de l'HAT et de 38 ans pour les donneurs de sang.

Dans le cadre de cette étude, dix sept (17) personnes sérologiquement positives au TRB étaient des hommes. Ils sont deux fois et demi plus touchés par la maladie que les femmes (sexe ratio H/F=2,4).

La maladie semble fréquente chez les patients de l'hôpital HTA qui se trouve dans une zone rurale (19%) comparativement aux patients de l'hôpital HCG, situé en ville, chef lieu de wilaya. Il est probable que les malades préfèrent se soigner dans le centre hospitalier, le plus proche de leur résidence.

# **Chapitre II.**

# **Discussion**

## 1. Chez l'animal

### 1.1. Typologie des élevages bovins

Étant donné que les élevages étudiés sont destinés à la production laitière (figures 21-22), il va s'en dire, en principe, que le nombre de vaches par troupeau est important. En revanche, le nombre de génisses est fonction du choix de l'éleveur. A cet effet, il décide, soit de les garder pour le renouvellement des vaches laitières à la réforme, soit de les vendre. Concernant les taureaux reproducteurs, il est généralement constaté que les éleveurs conservent en moyenne un ou deux mâles adultes, en vue de les utiliser pour la reproduction des femelles de leur propre cheptel, ou, ceux des cheptels du voisinage.

A propos des veaux et vèles, leur nombre est fonction des périodes de vêlage. On retrouve généralement un certain nombre pour la reconstitution du cheptel. En ce qui concerne les femelles, c'est afin de renouveler d'autres cheptels, par contre les mâles sont vendus. Les valeurs des écart-types de la taille des troupeaux sont très importantes par rapport aux moyennes. Ceci montre qu'elles sont très hétérogènes et disparates. Les résultats de cette recherche montrent que la structure de l'élevage est constituée de 66,5% de vaches, 15,1% de génisses, de 6% de taureaux reproducteurs et de 12,4% de veaux et vèles. Ces résultats paraissent relativement proches de ceux cités par Nedjraoui, (2012). Selon cet auteur, et sur la base des statistiques du MADR, la structure de l'élevage bovine se présente dans la plupart des cas comme suit : 56% de vaches laitières, 18% de jeunes femelles, 15% de jeunes mâles et 11% de taureaux reproducteurs.

Concernant le nombre de vaches laitières, il est relativement faible, de 6 à 8 vaches laitières par exploitation. En effet, 75% des troupeaux sont constitués d'un nombre inférieur à 10 vaches laitières. Cet état de fait est dû principalement aux conditions d'élevages difficiles ; les femelles laitières souffrent en particulier d'un déficit de ressources fourragères du à l'absence de progression des cultures fourragères à l'irrigué en Algérie, en raison de l'insuffisance de la ressource hydrique (Benchechor, 2012 ; Bouamra *et al.*, 2012). Cette situation rend l'élevage algérien fortement dépendant des aliments concentrés. De plus, la ration maigre, non équilibrée, est très mal distribuée (Moussouni, 2011).

Le nombre de troupeaux est fonction de la superficie de l'exploitation, de la disponibilité de prairies et du type d'élevage. Généralement, le cheptel bovin est localisé dans les plaines du littoral et constitue 66% des effectifs des races améliorées (Nedjraoui, 2012). Concernant sa répartition à travers le territoire national, 53% des effectifs se trouvent dans la région Est, la région Centre dispose de 24,5% et la région Ouest de 22,5% (Bouamra *et al.*, 2012).

Dans la région de Mostaganem, il est noté l'absence de races bovines locales. Celles-ci se trouvent généralement dans la région Est du pays, conduite sous un système traditionnel de transhumance entre les parcours d'altitude et les zones de plaine. Elles assurent néanmoins, 40% de la production laitière nationale (Nedjraoui, 2012).

Concernant les locaux destinés à abriter les animaux, les aménagements sont réalisés sans l'accord préalable des services vétérinaires, ce faisant, ils ne répondent pas aux conditions exigées dans un grand nombre d'exploitations visitées (tableaux VI-VIII). En effet, les éleveurs ne respectent pas les règles d'hygiène les plus élémentaires, laissant à l'abandon, fumier, matériels inutilisables dans leur exploitation, tout près des étables. L'hygiène des bâtiments, des sols, des litières, des espaces de repos et des parcours extérieurs, doit être effectuée à chaque fois que les circonstances l'exigent, afin d'assurer une bonne hygiène et de réduire au

minimum les risques de glissades, de chutes, de blessures, de maintien des ectoparasites, y compris, l'hygiène des équipements et du matériel de traite (Bendali, 2011).

Pour ce qui est des étables, celles-ci doivent être propres, régulièrement désinfectées. La litière utilisée pour le couchage doit être assez épaisse et sèche. En effet, une litière humide, accumulée, non suffisamment paillée, crée des conditions favorables au développement microbien d'origine environnementale, pouvant engendrer par la suite des pathologies de la mamelle lors du couchage des animaux. Et il est évident que, la propreté des animaux est liée à celle des locaux (Bendali, 2011).

Un autre élément est à prendre en considération lors de l'accouplement naturel, l'état du sol qui ne doit pas être glissant et les conditions dans lesquelles se trouvent les taureaux reproducteurs en stabulation, il faut veiller à ce qu'ils voient d'autres bovins et disposent de suffisamment d'espace pour se reposer et se mouvoir.

Il est noté l'absence de salle de vêlage, de box pour les veaux et vêles. De même que les animaux introduits nouvellement dans l'exploitation ne subissent pas de contrôle sanitaire de la brucellose ou autre maladie contagieuse et ne sont jamais isolés (tableaux IX et X). Il est donc nécessaire pour empêcher l'introduction de maladies dans la ferme de mettre en place un programme efficace de gestion de la santé du troupeau en disposant en tout premier lieu, de registres pour l'archivage de toutes les informations concernant le troupeau. En second lieu, pour une bonne gestion du troupeau, il est indispensable d'utiliser un système d'identification individuel permanent pour l'ensemble des animaux de l'exploitation et ce, de la naissance jusqu'à la mort. Il va de soi, que toutes les exploitations du territoire national doivent être identifiées, quelque soit le nombre d'animaux par troupeau (Bendali, 2011 ; Moussouni, 2012).

En effet, il ne faut introduire dans les exploitations que des animaux dont le statut sanitaire est connu et de prendre des mesures à leur introduction dans les élevages (Bendali, 2011). C'est-à-dire, leur mise en quarantaine, séparés des autres animaux de la ferme, dans un local conçu pour cela et pendant une durée bien appropriée. Éventuellement, ces animaux doivent faire l'objet de dépistage pour certaines maladies afin d'éviter la contamination de leurs congénères.

Une bonne conduite de la reproduction et celle de la conduite de la traite, la gestion de l'alimentation, les soins prodigués aux animaux par du personnel qualifié et, la maîtrise des maladies, particulièrement zoonotiques, sont manifestement, autant de facteurs essentiels, à prendre en considération pour assurer une gestion efficace d'un élevage (Benchechor, 2011 ; Benchechor, 2012 ; Bouamra *et al.*, 2012 ; Nedjraoui, 2012; Si Tayeb *et al.*, 2015).

## **1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants**

### **1.2.1. Séroprévalence chez les Bovins**

#### **1.2.1.1. Séroprévalences individuelles et troupeaux**

Les valeurs trouvées chez les bovins laitiers à l'échelle des animaux (0,97%) et des troupeaux (3,34%) (tableau XII) sont proches de celles observées dans la région Centre de l'Algérie (0,81% et 3%), respectivement au niveau animal et troupeau (Lounes et Bouyoucef, 2007), et celles relevées dans une étude réalisée sur la prévalence des maladies infectieuses abortives des bovins et qui était de l'ordre de 3,06% (Derdour *et al.*, 2017).

Cependant, des taux individuels élevés (10,4%) (TRB et TFC en série) ont été obtenus chez des vaches laitières suite à une enquête qui s'est déroulée dans la région d'El Taref à l'extrême nord-est du pays (Bouzid *et al.*, 2010). Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la présente étude, car le contexte de l'enquête réalisée à El-Taref était différent du point de vue méthodologique. En effet, les animaux n'ont pas été retenus par tirage aléatoire et l'objectif de l'étude était basé sur le recensement de certaines pathologies liées à la reproduction chez des vaches laitières de race Holstein Pie noir.

Il en est de même pour les séroprévalences observées chez des vaches lors d'une enquête réalisée dans la wilaya de Tiaret et qui sont largement supérieures à celles trouvées dans cette recherche (Aggad et Boukraa, 2006). Détectées au moyen du TRB, elles étaient en moyenne de 8,2 % et 26,3% respectivement au niveau animal et troupeau. Tandis qu'elles étaient inférieures comparativement au TFC (2,6%) au niveau animal et au niveau troupeau (15,7%).

Selon les bulletins zoosanitaires émis par le ministère de l'agriculture, l'évolution de la brucellose en Algérie est variable d'une année à l'autre et d'une région à une autre (DSV) et la maladie est notifiée dans toutes les régions du pays.

En effet, selon la même source, les taux de prévalence de la brucellose bovine ont atteint 2,24% au niveau animal et 2% au niveau troupeau au premier semestre de l'année 2015 dans les 07 wilayas du zoning, concernées par les suivis épidémiologique et sanitaire : Oran, Mostaganem, Relizane, Chlef, Tissemsilt, Tiaret et Mascara (DSV), ce qui représente un niveau de prévalence élevé (Benkirane, 2001). Ces données ne concernent en fait, qu'une partie des régions du pays et par conséquent, ne sont pas représentatives de la réalité du terrain. De plus, comme il l'a été souligné auparavant, le dépistage n'est pas systématique pour l'ensemble des troupeaux et animaux. Par ailleurs, ces valeurs doivent être revues à la hausse, car seuls les bovins laitiers des exploitations agricoles agréées par les services vétérinaires sont contrôlés, il est donc fort probable que la prévalence de la brucellose soit encore plus élevée dans certains autres élevages.

Des valeurs en deçà de celles retrouvées dans le présent travail sont observées au Maroc. L'enquête à caractère national, de 2010-2011, a montré une séroprévalence animale et troupeau de 2,1% et 4,9% respectivement. A ce sujet, il est à noter l'absence d'informations sur les tests sérologiques et les méthodes d'échantillonnage utilisés (Ducrotoy *et al.*, 2015). Après l'année 2011, des taux individuels (33,5%) et troupeaux (88%), au demeurant très élevés, ont été relevés dans le nord-ouest du pays (Lucchese *et al.* 2016). Ces fortes valeurs sont vraisemblablement dues à l'utilisation du TRB comme épreuve unique, dont le protocole modifié n'était pas valide pour une utilisation chez les bovins. De surcroit, l'enquête réalisée à petite échelle, a porté sur des élevages laitiers dans lesquels des avortements ont souvent été signalés (Roop *et al.*, 2004).

#### 1.2.1.2. Influence du sexe

Cette étude montre en outre, que l'influence du sexe sur la séroprévalence de la maladie (tableau XIII) est significativement plus élevée chez les mâles par rapport aux femelles ( $p=7,77 \cdot 10^{-5}$  ; OR : 22,3; IC95% : 5,20-72,8). Cette différence peut s'expliquer par le faible nombre de mâles recrutés dans l'étude. En effet, ces derniers ont un rôle principal dans la reproduction et ils sont en nombre très réduit dans les exploitations laitières. Fréquemment, ils sont absents pour des raisons économiques. Ils constituent néanmoins, un important facteur épidémiologique dans la transmission de la maladie par voie vénérienne (Roop *et al.*, 2004).

### 1.2.1.3. Influence de la zone d'étude

Il ressort de la présente étude que l'effet zone dans la wilaya de Mostaganem ne semble pas avoir d'effet significatif sur la séroprévalence bovine ( $\chi^2=0,82$  ;  $p=0,66$ ) (tableau XIV). Ceci pourrait être dû à l'homogénéité des zones géographiques. La wilaya étant située dans la bande côtière du pays, bénéficie ainsi du climat typiquement méditerranéen, caractérisé par une température douce, la faiblesse des écarts thermiques et l'alternance quasi quotidienne des brises de mer et de terre.

La séroprévalence est plus élevée sur les Monts du Dahra (1,31% ; IC95% : 0,34-2,27) par rapport aux Plateaux (0,93% ; IC95% : 0,43-1,43) et aux Vallées (0,85% ; IC95% : 0,33-1,38). Ceci est vraisemblablement dû au fait que dans cette zone forestière, la densité des troupeaux caprins est plus importante que dans les autres zones, et la cohabitation des bovins avec les caprins et ovins est une pratique courante. Ajouté à cela, *B.melitensis* a été trouvée associée à des avortements dans certains pays du Moyen-Orient, où *B.abortus* est rare ou absent (Benkirane, 2006). Ainsi, la promiscuité des bovins avec des caprins et des ovins infectés par *B.melitensis* doit être considérée comme un facteur de risque significatif lié à la contamination et l'apparition d'avortements chez les bovins de certaines régions (Aggad et Boukraa, 2006 ; OIE, 2018).

Dans leur étude, Aggad et Boukraa (2006) constatent une variabilité des séroprévalences en fonction des zones étudiées. Les taux relevés étaient de 8% au niveau de la ville de Tiaret, de 11,8% dans le nord et de 25% dans le sud de la région et ce, au niveau troupeau. Au niveau animal, les pourcentages d'infection étaient de 1,85%, 0,95% et 3,99%, respectivement, au niveau de la ville de Tiaret, dans le nord et dans le sud. Ces valeurs diffèrent grandement entre ces régions géographiques et sont dues selon les auteurs, à l'insuffisance de contrôle de la brucellose en Algérie en général, à la faible proportion de bovins contrôlés par troupeau, en particulier, et aux déplacements des animaux sans aucun dispositif de contrôle.

Au Maroc, une étude réalisée sur la brucellose bovine dans la province de Sidi Kacem avait révélé qu'en zone intensive irriguée, dominée par la présence de races importées, les taux de séroprévalences (animale de 0,3% et troupeau de 2,7%) étaient plus élevés que dans la vaste zone de pluviométrie, où les races locales et croisées prédominent (séroprévalences animale de 2,7% et troupeau de 10,4%) (Yahyaoui, 2012).

Les résultats constatés dans cette recherche sont en concordance avec ceux de l'enquête épidémiologique menée par Elandalousi *et al.*, (2015) dans le nord de la Tunisie. Utilisant le test Élixa-indirect, un taux de séroprévalence de 3,37% a été trouvé chez les troupeaux bovins. Les auteurs rapportent que cette situation est la cause d'avortements chez ces animaux et ce, malgré l'instauration de mesures sanitaires de prévention depuis des décennies, sans pour autant limiter la propagation de la maladie. D'autant plus que les élevages de type extensif et traditionnel, se trouvent dans une zone où les cheptels ovin et caprin sont concentrés. Ces auteurs indiquent aussi que 70% des troupeaux bovins possèdent des petits ruminants.

Dans une autre enquête effectuée en Tunisie, un taux significativement élevé a été observé au moyen du TRB chez les vaches ayant présenté des signes cliniques d'avortement (31,3%), comparativement au taux observé chez des femelles dont la gestation et la parturition ont été normales (7,8%) (Barkallah *et al.*, 2014). Par ailleurs, bien qu'il s'agisse de la même région nord de la Tunisie et que le but des deux études réalisées par Barkallah *et al.*, (2014) et Elandalousi *et al.*, (2015) concernent la détermination de la fréquence de la brucellose chez les troupeaux bovins laitiers ayant connu des pathologies abortives, les résultats rapportés

sont considérablement différents. En effet, les taux de séroprévalences sont faibles dans la recherche réalisée à Kalaat El Andalous du gouvernorat d'Ariana et fortement élevés dans celle réalisée dans les différentes régions de Sfax.

Dans une étude réalisée en Libye, une proportion de 42% de bovins infectés est signalée dans une population concentrée dans une zone montagneuse du nord-ouest du pays. L'étude attribue cette forte valeur au climat méditerranéen doux de la région enquêtée (Ahmed *et al.*, 2010).

En définitive, il est difficile de comparer les résultats de ces différentes études, mais toutes sembleraient indiquer que la brucellose sévit de façon enzootique en Algérie et dans les pays avoisinants.

Les infections par certaines maladies infectieuses zoonotiques comme la brucellose évoluent dans l'espace et dans le temps, et les taux d'infection varient d'une région à une autre, voire d'une année à une autre. Ce qui est confirmé, en temps réel, par les informations zoosanitaires de l'interface-Wahis qui indiquent que la brucellose est toujours présente au Maghreb et dans plusieurs régions de l'Afrique (OIE, 2017).

### 1.2.2. Séroprévalence chez les ovins et les caprins

D'une manière globale, la différence entre les pourcentages de séroprévalences obtenue (tableau XV) par espèce n'est pas significative au niveau troupeau ( $p=0,20$ ). Cependant, les taux de séroprévalence animale retrouvés chez les caprins sont significativement plus élevés que ceux observés chez les ovins (tableau XVI) ( $\chi^2=4,83$  ;  $p=0,03$  avec un Odds ratio : 0,41 (IC95% : 0,18-0,93). Ceci est dû au fait que *Brucella melitensis* est une souche bactérienne très pathogène dans l'espèce caprine et peut infecter d'autres espèces animales (Acha et Szyfres, 2005 ; Bosilkovski, 2015). En outre, dans le contexte des élevages de la région de Mostaganem, les exploitations sont souvent mixtes, avec une prédominance d'ovins dans les plaines et vallées, et de caprins dans les zones montagneuses (DSA, 2017). Du fait de cette mixité, l'espèce ovine se trouve infectée par les *Brucelles*.

La séroprévalence obtenue chez les caprins est de 17,5% (IC95% : 5,72-29,3) au niveau troupeau (tableau XV) et de 5,23% (IC95%: 2,65-7,80) au niveau animal (tableaux XVI). Ces pourcentages sont au niveau animal beaucoup moins importants que ceux trouvés chez les caprins de la région Centre de l'Algérie (13,4%) (Lounes et Bouyoucef, 2008), et proches de ceux constatés à Tiaret (2,6%) (Aggad, 2003) et à El-Bayadh (région du sud du pays) (3%) (Nehari *et al.*, 2014). Au niveau troupeau, les valeurs sont beaucoup plus importantes que celles trouvées chez les caprins de la région d'El Bayadh (10,14%), similaires à celles relevées dans la région centre du pays (31%) mais considérablement inférieures de celles notées à Tiaret (42%). Chez les ovins, Aggad (2003) constate des taux d'infection de 1,42% et de 43,5% respectivement, chez les animaux et les troupeaux.

Les taux d'infection élevés dans la région Centre du pays, peuvent être éventuellement dus à la taille des troupeaux et au nombre important des animaux testés. De plus, l'étude a porté sur 10 wilayas, dont certaines, sont connues pour leur forte densité en élevage ovins et caprins. L'espèce caprine est en outre considérée comme le réservoir le plus important de brucellose en Algérie et la principale source de la maladie humaine (Benhabylles *et al.*, 1992 ; Lounes *et al.*, 2014).

Les fortes séroprévalences enregistrées dans la région de Tiaret ont été expliquées par la forte concentration de cette zone pastorale, en cheptels caprins, source de contamination des élevages bovins et ovins par les *Brucelles*. Il s'agit également d'une zone où la transhumance est une pratique courante qui se déroule sans aucune procédure de contrôle (Aggad, 2003).

Dans son étude relative aux investigations ayant trait à la prévalence des avortements brucelliques dans le cadre de la surveillance sanitaire nationale chez les petits ruminants en Algérie, Kardjadj *et al.*, (2011) observent des prévalences troupeaux très hétérogènes, de 5%, 0%, 4,34%, 1,25% et 10%, respectivement dans les régions du nord, ouest, est, centre, dans la steppe et dans le Sahara. L'étude n'établit aucune association significative entre l'historique des avortements et l'infection brucellique.

Les données rapportées par la DSV (1995-2017) ont mis en évidence des taux d'infection moyens dans les élevages caprins à l'échelle nationale de 14,45% en 2010, de 6,6% en 2011 et 7% en 2015. Cette variabilité des taux d'infection n'est pas due à la régression de la maladie, mais plutôt, aux nombres de troupeaux dépistés annuellement. En effet, malgré les programmes d'assainissement mis en place, le taux de dépistage des animaux reste très faible, il est de l'ordre de 1% environ. Ce qui paraît négligeable eu égard au nombre important d'ovins et de caprins dans le pays. Par ailleurs, il faut noter que dans les bulletins sanitaires émis par les services concernés, le nombre de foyers dépistés et ceux positifs, ne sont jamais signalés. De même, aucun cas d'avortement n'est déclaré (DSV, 1995-2017).

En Tunisie, les études de séroprévalences réalisées à l'aide du test i-ELISA-indirect chez les petits ruminants de la région nord du pays montrent que la fréquence de l'infection brucellique est moins importante dans les troupeaux ovins (1,05%) et caprins (13,2%) par rapport à ceux constatés dans ce travail. Cette différence dans les résultats obtenus, pourrait être attribuée à la méthodologie et les techniques qui diffèrent en matière d'utilisation dans les deux recherches (Elandalousi *et al.*, 2015).

En Lybie, Ahmed *et al.*, (2010) font les mêmes observations que celles de la présente recherche concernant la séropositivité de la brucellose qui est plus élevée au niveau animal, chez les caprins (31%) par rapport aux ovins (24%). Ces fortes valeurs sont à lier aux méthodes d'élevage. En effet, une conduite de l'élevage selon les normes zootechniques et le contrôle de cette maladie chez les petits ruminants auraient des effets indiscutables dans la réduction de l'infection dans les élevages (Bendali, 2011).

### **1.3. Évaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine.**

#### **1.3.1. Protocole**

Dans la présente étude, le choix s'est porté sur un lot de sérums congelés et collectés chez des bovins laitiers, lors de la vaccination anti-aptéuse de l'année 2012. Cette manière de faire avait pour but d'exploiter une banque de sérums déjà disponibles, dont une grande partie concerne des animaux issus d'élevages qui ne sont pas suivis sanitaire. De ce fait, l'objectif de travailler sur ces sérums était de toucher un maximum de bovins non contrôlés contre la brucellose, et ainsi de connaître la situation réelle de cette maladie qui prévaut sur le terrain.

### 1.3.2. Echantillonnage

L'échantillon sélectionné peut être considéré comme représentatif des individus qui constituent la population de sérum, car il a été réalisé selon un tirage systématique. La taille de l'échantillon est de 283 sérums, augmentée de 85 sérums pour compenser ceux qui seraient inexploitable, et pour avoir une meilleure précision (Toma *et al.*, 2011). Toutefois, il existe un biais de sélection en ce qui concerne la représentativité de la base de sondage, parce que la liste des bovins laitiers n'étant pas exhaustive, pose un problème d'inférence statistique.

En outre, l'unité de sondage étant «l'animal» et la base de sondage étant un lot de sérums congelés sur lesquels les tests de diagnostics sérologiques ont été effectués, les résultats de séroprévalences ne reflètent pas la situation réelle de la maladie qui prévaut dans les cheptels. En effet, le manque d'informations relatives au nombre de bovins prélevés par troupeau, ne permet pas de connaître le degré de l'infection dans ces élevages, et par conséquent, pose des limites à cette étude (Toma et Dufour, 2015).

### 1.3.3. Résultats

Les taux de séroprévalences apparentes de la brucellose bovine, à l'échelle individuelle, constatés dans la zone d'étude ont été évalués à 5,4 % (IC95%: 3,1-7,7) pour le TRB; 3,5% (IC95%: 1,6-5,4) pour la TFC et 4,1 % (IC95%: 2,1-6,0) pour l'i-Eliza (tableau XVII). Les résultats de séroprévalence estimés dans les présentes enquêtes, comparées aux valeurs de celles constatées dans d'autres études menées par d'autres chercheurs, sont plus ou moins différentes. Cette différence pourrait s'expliquer par le cadre de chaque enquête réalisée. En effet, plusieurs facteurs pourraient intervenir, tels que ; la différence dans la méthode suivie en ce qui concerne la proportion de bovins contrôlés, les méthodes d'échantillonnage utilisées dans ces recherches et la durée de l'étude, le type et le nombre de tests utilisés pour le dépistage (épreuve unique, ou deux épreuves en séries ou en parallèles), la situation sanitaire du cheptel, agréé ou non, etc (Aggad et Boukraa, 2006 ; Elandalousi *et al.*, 2015 ; Lounes et Bouyoucef, 2007 ; Lucchese *et al.*, 2016 ; ONSSA, 2016).

En effet, comme il a été signalé auparavant, seul un faible pourcentage de bovins est testé, le dépistage n'est pas systématique pour l'ensemble des bovins du troupeau, et n'est pas obligatoire pour les espèces ovine et caprine. Cette dernière espèce, pourraient constituer une source non négligeable de contagion pour les bovins. Aussi, et bien que *B.melitensis* infecte préférentiellement les petits ruminants, il a été établi qu'elle peut entraîner également l'infection chez les autres espèces animales, et de ce fait par son pouvoir pathogène notoire chez les bovins, cette bactérie favorise la persistance et la dissémination de la maladie dans les troupeaux, d'autant plus qu'il est noté une cohabitation dans les élevages (Lounes et Bouyoucef, 2007) et que le taux d'infection enregistré chez les caprins à l'échelle nationale est élevé (DSV, 1995-2017).

Concernant la maladie chez l'Homme, le nombre de cas déclarés est corrélé avec le nombre de foyers caprins retrouvés dans certaines wilayas (Lounes et Bouyoucef, 2007; Nehari *et al.*, 2014). L'espèce *Brucella melitensis* biovar 3 est la cause prédominante de la brucellose humaine et animale dans le pays. Elle a été identifiée à partir d'échantillons de sang provenant d'êtres humains atteints de brucellose et d'échantillons de lait provenant de vaches infectées (Aggad et Boukraa, 2006 ; Benhabyles *et al.*, 1992 ; Lounes *et al.*, 2014). Il a été aussi constaté que cette même bactérie est la source de la maladie au niveau des pays voisins (Ducrotoy *et al.*, 2015).

#### 1.3.4. Tests sérologiques

Les stratégies de dépistage ou de diagnostic sérologique de la brucellose varient en fonction des pays (Benkirane, 2001). Plusieurs tests peuvent être utilisés pour établir le statut sanitaire d'un bovin à l'égard de cette maladie (OIE, 2018). Parmi celles-ci, l'épreuve au TRB, celle de TFC et l'i-ELISA sont les techniques les plus employées pour le dépistage de la brucellose bovine. Ce sont des épreuves officielles au plan international. Elles sont standardisées et considérées comme les plus fiables présentement pour le dépistage de la brucellose, quelle que soit l'espèce de *Brucella* et le biovar en cause (OIE, 2018).

Trois tests ont été utilisés dans la présente étude avec des degrés variables de sensibilité et de spécificité. La valeur de la séroprévalence obtenue avec le TRB est plus élevée que celles obtenues avec les deux autres tests. Cette épreuve est basée sur la réactivité des anticorps dirigés contre le lipopolysaccharide (LPS) lisse des *Brucelles*. Puisque la vaccination des animaux contre la brucellose n'est pas réalisée dans la région de Mostaganem, et que la sensibilité du TRB est très élevée, ce test permet dans une forte probabilité, de détecter précocement la maladie, puisqu'il permet de détecter les IgG, mais aussi les IgM, contrairement à l'Elisa qui ne détecte que les IgM et la FC qui détecte très faiblement les IgM (Garin-Bastuji, 2009).

Selon Garin-Bastuji (2009), «en cheptels infectés, ceux qui le sont fortement infectés notamment, certains animaux infectés ne sont détectés que par l'épreuve à l'antigène tamponné (TRB), du fait d'un faible niveau de réponse anticorps ou d'une infection récente». La différence de sensibilité et de spécificité des tests sérologiques utilisés pour le dépistage est l'un des facteurs qui contribuent le plus à la variabilité des résultats entre chercheurs (Shey-Njila *et al.*, 2005 ; Saegerman *et al.*, 2004).

Les travaux réalisés en 2004 par Saegerman et ses collaborateurs, ont rapporté que la spécificité des tests Elisa dépend du microbisme de la région d'étude et recommandent l'utilisation de cette épreuve dans les zones indemnes, où la prévalence de la brucellose est très faible, pour maintenir le statut officiellement indemne de brucellose (détection des animaux porteurs latents). Enfin, la méthode i-Elisa, reste une technique onéreuse pour pouvoir être utilisée en Algérie. La situation sanitaire de la brucellose dans les wilayas faisant l'objet du suivi épidémiologique et du suivi sanitaire (taux de prévalence de 2 %, DSV, 1995-2017) et au niveau de Mostaganem (taux de prévalence 6,4 %) (DSA, 2012), demeure précaire. Compte tenu des constatations réalisées sur le terrain, en particulier, le manque d'identification individuelle pérenne, généralisée à l'ensemble du cheptel à travers le territoire national, l'insuffisance dans l'organisation des enquêtes de dépistage chez les animaux (bovins, ovins et caprins), l'absence de notification des avortements et de contrôle des mouvements des animaux, il serait souhaitable dans ce contexte, d'utiliser uniquement le TRB dans les programmes de contrôle/abattage des animaux en Algérie. En effet, bien que la proportion de résultats faussement positifs soit plus importante avec cette épreuve du fait de sa haute sensibilité, les résultats obtenus dans la présente étude sont très probablement sous-estimés, constatations faites également par d'autres chercheurs (Lounes et Bouyoucef, 2007 ; Bouzid *et al.*, 2010 ; Khames et Ramdani-Bouguessa, 2011). À l'inverse, les réactions faussement négatives se produisent rarement. Néanmoins, le TRB semble suffisant comme test de dépistage pour détecter les troupeaux infectés, ou pour garantir l'absence d'infection chez les troupeaux sains, sans brucellose (OIE, 2017).

Les valeurs prédictives sont d'une grande importance pour l'interprétation des résultats sur le terrain par les services vétérinaires chargés de la gestion des programmes de lutte, voire d'éradication (Toma *et al.*, 2011). En effet, la mesure de ces valeurs en prenant compte de la prévalence locale de l'infection dans une population permet d'apprécier la confiance que l'on peut accorder dans un résultat positif ou négatif à un test de diagnostic. Dans le présent travail (tableau XVIII), la mesure de la VPP du TRB indique qu'un bovin réagissant positif au test, a 96,5% de chance d'être infecté. Le risque qu'il soit un faux positif est faible, de l'ordre de 3,5%, comparativement avec la TFC et l'i-ELISA. De même, la valeur "diagnostic" par erreur de classification d'un bovin faux négatif est très faible, de l'ordre de 0,001% (tableau XIX), cette valeur est fortement inférieure à celles de la TFC et de l'i-ELISA. La haute valeur du pourcentage de la VPP du TRB peut être expliquée par sa forte Se (98,1 %) qui laisse ainsi échapper le moins possible de sujets malades, sa forte Sp (99,8%) permettant d'avoir une certitude "diagnostic" élevée (Toma *et al.*, 2011) et, du contexte épidémiologique de la brucellose dans la région (et même dans le pays) où la maladie sévit de façon enzootique (DSV, 1995-2017). De ce fait, le risque pour la population bovine d'être contaminé est très élevée, notamment à cause de la cohabitation des troupeaux bovins avec l'espèce caprine. En effet, et depuis, la situation de la maladie ne s'est effectivement pas améliorée, dans la mesure où, selon les déclarations de la DSV en 2015, aucune wilaya n'est épargnée (DSV, 1995-2017). Les chiffres montrent que les taux de séroprévalences individuels à l'échelle nationale se sont élevés à 2 % durant le premier trimestre de 2015 (DSV, 1995-2017) et à l'échelle locale (Mostaganem) de 6,4 % en 2012 (DSA, 2012). Un résultat positif au TRB sera donc hautement en faveur de la présence de la brucellose. De ce qui précède, le test au TRB se distingue par son faible coût, sa simplicité, il semblerait nécessaire de proposer son utilisation comme épreuve unique pour le dépistage et le diagnostic de la brucellose bovine en Algérie. D'ailleurs, plusieurs auteurs s'accordent à dire que la performance du TRB est bonne (Se/Sp), en ce que tous les animaux malades et non-malades sont correctement identifiés (Garin-Bastuji, 2009).

De plus, cette proposition est justifiée par l'insuffisance des conditions dans lesquelles est réalisé le programme établi par les autorités sanitaires et qui fait défaut en ce qui concerne particulièrement ; l'absence d'indentification de l'ensemble des troupeaux, le dépistage non exhaustif du troupeau, le dépistage qui concerne les femelles laitières, uniquement, l'absence de déclaration des avortements, l'absence de contrôle des mouvements des animaux et parfois, l'absence de système de surveillance pour détecter les foyers potentiels et déterminer l'origine de l'infection. Ajouté à cela, et parfois, la rupture dans les laboratoires, des antigènes utilisés pour le dépistage (TFC ou TRB). Il semblerait donc que la VPP du TRB est dans ces conditions épidémiologiques, satisfaisante et intéressante pour réduire la prévalence de la maladie et/ou limiter l'extension de l'infection à d'autres animaux ou troupeaux.

Il faut rappeler que dans certains pays, des mesures de lutte très sévères contre la brucellose animale ont été appliquées grâce à l'utilisation du TRB comme test unique, associé à l'abattage systématique pour tout le troupeau, même s'il s'agit d'un seul animal infecté (Calistri *et al.*, 2013).

## 1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières.

L'analyse de la fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières est réalisée en fonction des caractéristiques des exploitations enquêtées.

### 1.4.1. Réalisation de l'enquête sur le terrain.

Les résultats obtenus dans la présente enquête montrent des prévalences troupeaux et des taux d'avortements élevés. Ce qui démontre que la maladie est fortement prévalente dans la région. Ceci est d'autant plus certain, du fait que les éleveurs ne maîtrisent pas les mouvements des troupeaux au sein de leurs exploitations et, les mises-bas, les mortalités, les ventes et autres types de sorties ne sont pas répertoriés. A ce sujet, peu d'informations sur ces aspects sont disponibles.

Bien que l'enquête soit à caractère scientifique et qu'aucun prélèvement de sang n'est été effectué en vue d'un contrôle sérologique de la brucellose, il a été difficile de convaincre les médecins vétérinaires de participer à cette enquête. Selon ce qu'il nous a été confié, leur déplacement au niveau des exploitations ne se fait qu'à la demande de l'éleveur.

L'échantillonnage ayant un caractère aléatoire, il peut être affirmé qu'il est représentatif de la population. Néanmoins, la méthode de choix aurait été une combinaison entre un échantillonnage stratifié par daïra, et de tirer de chaque daïra, un échantillon de troupeaux par commune ensuite, de chaque commune une proportion de troupeaux (Toma *et al.*, 2011).

### 1.4.2. Prévalence.

Les résultats de cette étude indiquent des taux d'avortements, de 0,5%, 1,5%, 1%, 0,8% et 3,9% respectivement pour les années 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012. Le pic de la maladie est observé en 2012. Ces valeurs représentent les résultats constatés sur l'échantillon enquêté. Ainsi, lorsqu'il est constaté dans une région une forte variation entre les taux de prévalences durant plusieurs années consécutives, ceci indique que la maladie est fréquente et sévit dans la région depuis plusieurs années (OIE, 2005).

La brucellose est une maladie qui a une allure enzootique et s'exprime périodiquement par des pics épizootiques où l'on observe un nombre important d'animaux ou de troupeaux atteints, généralement accompagnés d'un fort taux d'avortements chez les femelles gestantes, particulièrement, les primipares (Olsen et Tatum, 2010). Cette situation est retrouvée, soit, lorsqu'il y a virulence de la souche de *Brucelles* qui a infecté les animaux, soit, suite à la baisse de vigilance concernant les dispositifs de police sanitaire ou un manque de salubrité dans les exploitations (Benkirane, 2001).

En Algérie, l'évolution de la brucellose est variable d'une année à l'autre et d'une région à l'autre avec une séroprévalence moyenne de 0,90% (MADR, 1995-2017). Cette valeur ne représente pas la réalité sur le terrain, car un faible pourcentage seulement de bovins est testé et le dépistage n'est pas systématique pour l'ensemble des cheptels (Aggad, 2003; Lounes et Benyoucef, 2009). Seuls les bovins laitiers des exploitations agricoles agréées par les directions des services vétérinaires de Wilaya sont contrôlés, soit moins de 10% du cheptel national (Aggad, 2003; MADR, 2006).

En effet, dans une étude réalisée en 2011 au niveau des abattoirs de Rouiba, des prévalences de 10,44% et de 8,45% sont retrouvées respectivement chez les bovins de statut d'identification connu et ceux non identifiés (Khames et Ramdani-Bouguessa, 2011).

Ces résultats ne peuvent pas être comparés aux résultats de la présente étude, car le contexte de cette étude est différent. Néanmoins, ces résultats montrent qu'un nombre important de bovins brucelliques ne sont pas contrôlés.

Selon les résultats d'une enquête sérologique effectuée sur les bovins d'un bassin laitier du Tchad, l'évaluation de la prévalence réelle dans les troupeaux est de 20%. Cette estimation est très supérieure à celle de cette recherche, l'étude étant réalisée sur un cheptel à élevage extensif en zone saharienne où la brucellose semble se diffuser lentement au sein des troupeaux contaminés, et plus rapidement d'un cheptel à l'autre (Delafosse *et al.*, 2002). Ces résultats ne concordent pas avec ceux obtenus dans cette étude ou une différence hautement significative est constatée entre les systèmes semi-extensifs et les autres systèmes ( $p=0,002$ ). La maladie semble être plus importante dans le mode semi-extensif. De plus, l'enquête nous apprend que le troupeau est souvent mixte, composé d'ovins et/ou de caprins. Il est également observé des regroupements de cheptels voisins pâturant dans une même zone. Ces deux espèces jouent probablement un rôle important dans la contamination des troupeaux de la région (Aggad, 2003).

### 1.4.3. Avortement.

Les vétérinaires déclarent que lors de leur exercice quotidien, la maladie est souvent suspectée et évoquent l'avortement comme signe courant de cette pathologie. Toutefois, en présence d'un avortement, le diagnostic sérologique systématique lors de suspicion de brucellose n'est pas opéré.

La présente étude indique des taux d'avortements troupeaux élevés, d'environ 1 à 3%. Ce taux ne reflète pas la réalité, car les avortements ne font pas l'objet de déclarations. Cette estimation est nettement inférieure à celle retrouvée en Turquie qui est de 32,92% chez les bovins. Selon le contexte de cette enquête réalisée sur un cheptel bovin à antécédents d'avortements, cette forte valeur est causée par l'absence des mesures préventives et l'existence de migrations des animaux de la Turquie vers les pays voisins (l'Iraq, la Syrie et l'Iran) où la brucellose sévit à l'état endémique et où le contrôle sanitaire est absent (Otlu *et al.*, 2008).

En Éthiopie, il est mentionné une prévalence troupeau de 15%, avec des taux individuels significativement élevés dans les élevages à antécédents d'avortement (26,98%) (Ibrahim *et al.*, 2010).

En France, en 2011, des avortements bovins, au nombre de 1000 environ, ont été déclarés dans deux départements. Il est constaté dans certains endroits de ce pays, une prolifération et un manque de régulation de certaines espèces nuisibles, tels le blaireau, qui peuvent constituer des réservoirs de la maladie dans la faune sauvage, susceptibles de contaminer les cheptels (CERVA, 2011).

## 2. Chez l'homme

L'étude de la brucellose humaine a été réalisée pour prendre connaissance de la situation sanitaire de la maladie chez l'homme dans la wilaya de Mostaganem. Les résultats montrent que la maladie est effectivement bien présente dans la population générale, aussi bien chez les hommes, que chez les femmes et même, chez les enfants.

## 2.1. Évolution des cas notifiés de brucellose de 1999 à 2016.

Les résultats de l'étude de l'évolution des cas notifiés de brucellose de 1999 à 2016 (tableau XXVI) à l'hôpital Che Guevara de Mostaganem, montrent bien que la brucellose est endémique dans la wilaya. Les malades sont généralement admis à l'hôpital en urgence, pour une fièvre élevée, persistante et inexplicée (Benkortbi *et al.*, 1992 ; Memish et Balkhy, 2004). Il faut toutefois rappeler, qu'il a été difficile de collecter les informations de la situation sanitaire auprès des autorités du service d'épidémiologie de la Direction de la Santé. Et, en raison d'un manque de certaines données sur les patients hospitalisés, les résultats ne sont pas totalement exploités. Il apparaît néanmoins, que le nombre d'individus atteints par la maladie est très faible au regard des résultats obtenus dans la présente étude chez les animaux et des déclarations des services vétérinaires (DSV, 2018).

En raison du polymorphisme de cette maladie, les patients ne sont probablement pas orientés, en temps voulu, par les médecins des centres publics ou privés, vers les services spécialisés des hôpitaux. Soit encore, il y a une absence de notifications des cas constatés, aussi bien au niveau des laboratoires de diagnostic, que par les médecins des secteurs public et privé.

Parmi les malades, objet de cette enquête, il existe des professionnels de la santé animale, dont trois (3) médecins vétérinaires, un (1) technicien vétérinaire et un (1) vacher. C'est pourquoi, ces professions sont considérées comme des métiers à risque, et par conséquent, à déclaration obligatoire (DGPPS, 2014). L'origine de la contamination brucellique est particulièrement, le contact direct avec des animaux d'élevages qui essaient les bactéries dans leurs productions, et à partir de là, dans le milieu environnant (Acha et Szyfres, 2005 ; Corbel, 2006 ; Neta *et al.*, 2010).

Pour ce qui est du vacher, qui avait déclaré n'avoir jamais consommé de lait, le recueil des commémoratifs indique qu'il a probablement été atteint suite à l'inhalation des poussières en suspension, émises lors de la manipulation du fumier. En effet, l'introduction des *Brucelles* dans le corps humain ou animal, s'effectue également par voie conjonctivale ou respiratoire. Ce sont les voies les plus redoutables pour la contamination des personnes exposées au risque de cette pathologie (Maurin et Brion, 2009).

Parmi les constatations de cette enquête, cette maladie survient après consommation de lait cru, ou de ses produits dérivés crus, dans la majorité des cas. La maladie est observée chez un groupe de personnes (au nombre de 4), âgés se 16 à 20 ans, qui ont été hospitalisés le jour même ou à quelques mois d'intervalles. Ils résident dans le même quartier (une fratrie et deux voisins), en zone urbaine, et ont été contaminés lors d'un repas de fête, où a été servi du lait cru et du petit-lait frais, de vache. Ceci a déjà été rapporté dans l'article de Benkortbi *et al.*, (1992), où une famille de huit (8) membres avait été hospitalisée durant le mois de novembre 1990, pour une brucellose septicémique aigue. Il s'agissait de 6 frères d'âge compris entre 18 et 30 ans, de leur petite sœur âgée de 9 ans et du père âgé de 70 ans. Les huit (8) patients habitaient en zone rurale, dans une ferme. Ils étaient en contact avec une vache infectée, qui leur fournissait leur lait journalier, qu'ils consommaient cru. Ils avaient été admis à l'hôpital pour une fièvre au long cours (5 semaines à 3 mois), résistante à divers traitements antibiotiques.

Cette voie de contamination est d'ailleurs, la plus fréquemment observée dans le pays (Aggad *et al.*, 2003; Benhabyles *et al.*, 1992 ; Tabet-Derraz et Bestaoui, 2017), souvent, avec une atteinte collective simultanée, de plusieurs individus dans une même famille (Dahmani *et al.*, 2018 ; Tabet-Derraz *et al.*, 2017). Ajouté à ceci, et dans les régions d'élevage, la contamination

par consommation de lait de chèvre (46,5% des cas) est aussi importante que celle du petit-lait (38%), selon Tabet-Derraz et Bestaoui, (2017).

Il a également été observé l'apparition de la brucellose dans toutes les tranches d'âge, de 16 à 50 ans, avec une atteinte plus importante chez les adultes de plus de 22 ans, les hommes deux fois plus que les femmes (sexe ratio de 2,4) (INSP, 1990-2018; INSP, 2001). Ce dernier résultat diffère de celui obtenu dans l'étude d'Aziz (sexe ratio de 6,2) (Dahmani *et al.*, 2018) et de celui rapporté par l'étude réalisée à Sidi Bel Abbes (Tabet-Derraz *et al.*, 2017). La répartition saisonnière de la maladie montre que celle-ci est plutôt, plus importante en période de printemps et d'été. Les périodes épidémiques observées à l'échelle nationale sont analogues à ceux constatés dans la présente recherche (INSP, 1990-2018).

En outre, il a été constaté, chez un patient une sacro-iléite, chez un autre, une tuberculose miliaire concomitante et chez une troisième personne, une neurobrucellose. Pour, un patient, il semblerait que se soit un cas de récurrence d'une brucellose diagnostiquée quelques années auparavant. Ces observations montrent bien que lorsque la maladie n'est pas diagnostiquée à temps, ces conséquences sont plus graves sur l'état des patients, notamment à long terme.

En se référant au bulletins mensuels de l'INSP (1990-2017), il a été déclaré à l'échelle de la wilaya de Mostaganem, un (1) cas brucellose humaine en 2007, quatre (4) en 2008, dix (10) en 2010, quatre (4) en 2011, quatre (4) en 2015 et trois (3) en 2016. Ce qui indique que la situation sanitaire n'est pas des meilleures et que, le nombre de cas malades pourrait être encore plus élevé, car seulement une partie d'entre eux est notifiée. Ce qui explique en partie, la fluctuation du nombre des cas en fonction de chaque année.

L'explication autour du nombre élevé de cas en 2010, pourrait être liée à ce qui est énoncé par la directive de la DSV, en ce qui concerne la collecte de lait (Annexe C) (DSV, 2008), nous citons : « tous les laits doivent être collectés quelque soit le statut sanitaire des cheptels d'origine » et « quelque soit la qualité sanitaire de leur production laitière ». Ces instructions laissent penser que c'est une façon indirecte de ne pas procéder au contrôle sanitaire du cheptel et de la production laitière, même si, pour ce qui est du lait, la directive instruit sa pasteurisation, et ce d'une part, le lait qui est refusé par les unités de transformation, du fait qu'il ne satisfait pas aux normes physicochimiques, est commercialisé sur le marché, en dépit d'une forte suspicion de sa probable contamination par les *Brucelles*, et ce d'autre part.

Un autre facteur aussi important que les précédents peut être ajouté, il s'agit du manque de moyens matériels nécessaires, tels que, les flacons vacutainer et les aiguilles pour effectuer les prélèvements sanguins (DSA, 2013-2017).

Ces résultats sont proches de ceux obtenus dans l'étude rétrospective réalisée de 2003 à 2015 dans l'établissement public hospitalier de la daïra d'Aziz (Dahmani *et al.*, 2018). Cette dernière est située dans une zone à vocation agropastorale, les éleveurs y pratiquant un élevage de troupeaux mixtes où chaque troupeau d'ovins contient environ 8 à 10% de caprins. Dans cette région, la brucellose atteint les hommes plus que les femmes et les jeunes de 21 à 30 ans sont les plus touchés par la maladie. Trente sept (37) familles avaient au moins deux (2) membres qui avaient présentés les symptômes de la maladie, avec une forte incidence au printemps et en été, coïncidant avec le chevrotage et l'agnelage. De plus, en cette période, il y a augmentation de la production lactée entraînant automatiquement une forte consommation de lait. En effet, le lait, particulièrement d'ovins et de caprins, est considéré dans les zones rurales, comme un produit noble, souvent offert aux visiteurs.

Selon les résultats d'une autre enquête épidémiologique réalisée dans la région de Sidi Bel Abbes, connue pour son plateau laitier, le profil épidémiologique de la brucellose a changé actuellement en zone d'endémie. Elle touche aussi bien les hommes que les femmes, son caractère printanier a évolué vers un caractère estivo-automnal et le milieu urbain est actuellement le plus touché. La moyenne d'âge d'atteinte était de 36 ans (Tabet-Derraz et Bestaoui, 2017), ce qui se rapproche des résultats de la présente étude.

Il ne faut pas oublier un des aspects de cette pathologie, celui de la contamination des enfants qui n'est pas toujours mis en exergue et qui a toute son importance dans notre pays. Souvent et pour une meilleure croissance, les enfants, surtout en bas âge, sont alimentés par du lait de vache frais (cru), notamment dans les zones rurales, (Benkortbi *et al.*, 1992). Plusieurs cas atteints de brucellose, à travers le territoire national ont été déclarés aux autorités sanitaires (INSP, 1990-2017).

Bréhin *et al.*, 2016, révèlent dans leur article, un cas de brucellose chez un enfant de sexe masculin âgé de 16 mois, hospitalisé en France. L'enquête autour de ce cas n'était pas parvenue à trouver la cause de la contamination (aucun antécédent médical, pas de contact avec les animaux, pas de consommation de lait cru ou de fromages artisanaux et n'avait pas voyagé). Ce n'est qu'une quinzaine de jours avant sa sortie de l'hôpital, que l'équipe médicale avait appris au cours d'une consultation, que la mère de ce petit garçon avait été hospitalisée pour une brucellose (l'hémoculture s'était révélée positive et avait mis en évidence *B. melitensis*). Il a été établi par l'enquête qui s'en est suivie, que la consommation de gâteaux non cuits, préparés à base de lait de chèvre, fabriqués artisanalement dans la région d'Oran avaient été ramenés par un membre de la famille du malade.

Cet état de fait, montre à quel point les symptômes de la brucellose ne sont pas pathognomoniques et, dévoile l'intérêt du bon diagnostic clinique autour de chaque cas suspecté de brucellose, d'une attention particulière au diagnostic de laboratoire pour la confirmation de la maladie et d'une prise en charge appropriée concernant les cas de pays à forte endémie, comme l'Algérie. (WHO, 2015 ; WHO, 2006).

Dans les pays qui ont éradiqué la brucellose animale (Belgique, France, USA, etc.), les cas de brucellose humaine diagnostiqués sont en majorité des cas importés. Les malades ont le plus souvent été infectés lors d'un voyage en zone enzootique (Maghreb, Moyen Orient, etc.), par consommation de produits laitiers infectés, ou par un contact direct avec un animal excréteur de *Brucelles* (InSV, 2014 ; InSV, 2016 ; Rossetti *et al.*, 2017).

## **2.2. Séroprévalence de la brucellose chez les personnes à risque, les patients et les donneurs de sang (d'avril à juin 2007)**

Cette étude montre combien il est important de rechercher la brucellose dans la population. Dans le cadre de cette enquête (tableau XXVII), les franges de la population qui ont fait l'objet de cette étude sont ; des personnes volontaires, apparemment saines, mais exposées au risque de la maladie, des patients venus pour une toute autre raison qu'une atteinte de brucellose (ex: bilan, diagnostic) et les donneurs de sang.

Deux régions ont été sélectionnées pour leur situation géographique. En premier lieu, l'hôpital de Ain Tedless situé dans une zone rurale où l'élevage des ruminants est prédominant et reçoit les habitants des zones rurales. En deuxième lieu, l'hôpital Che Guevara, où sont admis les patients des zones urbaines, les cas urgents et/ou, spécifiques de toute la wilaya. L'étude des caractéristiques de cette population montre une forte atteinte des professionnels

de la santé animale, la séroprévalence étant de 38%, avec un sexe ratio H/F de 1,5. De par leur profession, cette catégorie de personnes sont facilement et fortement exposées à une contamination.

Parmi, les treize (13) personnes (âgées de 21 à 51 ans) exposées au risque de la maladie et sérologiquement positives, deux (2) femmes, médecins vétérinaires inspecteurs, en contact permanent avec des ruminants, ayant l'habitude de procéder à des vaccinations et ayant travaillé au niveau des abattoirs communaux. L'une d'elle, une dame mariée ayant subi trois fausses couches, probablement en relation avec la maladie, car selon Khan (2001), les avortements au cours de la brucellose, peuvent être spontanés et répétés chez une même femme, et leur incidence varie de 7 à 45,6 %. Pour la deuxième, des douleurs articulaires permanentes sont signalées. Les signes constatés dans ces deux cas présagent une brucellose chronique.

Parmi les hommes, un médecin vétérinaire a été contaminé en manipulant des produits d'avortements dans un laboratoire de diagnostic, infecté probablement par voie d'inhalation (car il portait des gants lors de ses manipulations). La seconde personne, également médecin vétérinaire, probablement infecté à l'occasion de manipulations d'un animal infecté ou de ses produits (il avait l'habitude de faire des réductions de rétentions placentaires) et qui plus est, s'avère un fervent consommateur de produits laitiers frais. Le troisième, un technicien préposé aux abattoirs au niveau d'une daïra, a vraisemblablement été contaminé par voie transcutanée à l'occasion de contrôles de carcasses ou de produits de saisies.

Selon les résultats de l'enquête, un médecin vétérinaire travaillant à la DSA, accusait une faiblesse généralisée. Les réponses de l'intéressé au questionnaire, avait permis de mettre en évidence une brucellose aiguë ancienne, qui avait été traité dans une clinique privée.

Une étude réalisée dans la région de Sidi Bel Abbes sur une population constituée de 150 malades (éleveurs, bergers et vétérinaires) atteints de brucellose a révélée que 56 % des malades étaient des hommes dont l'âge moyen était de 38 ans et 95 % d'entre eux habitaient dans une zone rurale (Baraka *et al.*, 2016). Il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la présente étude, car la taille de l'échantillon n'était pas représentative de cette catégorie professionnelle. Ces résultats ont cependant, un caractère qualitatif. Par ailleurs, ces auteurs indiquent que le motif de consultation le plus fréquent (75%), était la triade classique (fièvre, sueur et douleur) et avaient observé la quasi-absence de l'utilisation des moyens de protection individuels et collectifs chez ces travailleurs.

Parmi les personnes testées, 3% (1/39) sont des patients de l'HCG, 19% (13/68) des patients de l'HAT et 8% (5/63) chez les donneurs de sang. Si l'on considère les résultats dans leur globalité, soit un taux de 30%, les résultats de cette étude sont similaires à ceux obtenus par Tabet-Derraz *et al.*, (2017). Ces auteurs trouvent une séroprévalence de 33,4%, la maladie est à caractère printanier, avec une présence dans les milieux rural et urbain, avec une prédominance masculine (48,8%). Par ailleurs, 38% des cas avaient consommé du lait de chèvre et/ou du petit lait et 37 % d'entre eux étaient en contact avec le bétail. La tranche d'âge de 36 à 45 ans étant la plus touchée. De plus, les commerçants, les éleveurs et les fonctionnaires étaient touchés de manière significative avec un taux de 41%. En outre, les résultats de ces auteurs, ont permis de constater l'absence de fièvre dans 53% des cas.

Dans une autre étude de Tabet-derraz et Bestaoui, (2017) réalisée sur trois années et concernant les patients hospitalisés pour une brucellose et confirmée sérologiquement par un test de wright ( $\geq 1/80$ ), ces auteurs concluent, que le profil épidémiologique de la brucellose a

changé actuellement en zone d'endémie. Elle touche aussi bien les hommes que les femmes (sex-ratio H/F de 1,1). Son caractère printanier a évolué vers un caractère estivo-automnal, le milieu urbain étant actuellement le plus touché. Ces résultats viennent appuyer ceux constatés dans cette étude.

En ce qui concerne le don de sang, celui-ci repose sur des principes d'éthique, afin de garantir la sécurité du donneur et du receveur. En Algérie, il est le plus souvent accompli par des hommes. C'est la constatation qui a été faite dans cette étude. Certainement, parce que les hommes sont plus libres de leurs mouvements, et de ce fait, se déplacent d'une manière plus aisée, notamment dans les régions rurales. La population des donneurs est constituée de personnes âgées de 18 à 50 ans. L'âge de 18 ans est le minimum requis pour un don de sang tant en Algérie qu'en France, l'âge maximum étant de 70 ans en France (CHPG, 2011) et 65 ans en Algérie (ANS, 2013).

Les prélèvements pour le don de sang sont effectués sur des personnes saines, ne présentant aucun antécédent de maladie. Le sang collecté est l'objet d'analyses et de tests de dépistage obligatoire, préalables à la distribution et à l'utilisation des produits sanguins labiles (MSP, 1998). En effet, les produits sanguins issus du don de sang ne doivent nuire ni à la santé du donneur, ni à celle du receveur. Parmi les critères pour la sécurité du receveur, le donneur doit signaler tout antécédent de maladie ou maladie en cours, pour ne pas compromettre la santé du candidat au don, en cas d'infection virale ou bactérienne, ou encore d'allergie ou de prise médicamenteuse. Il s'agit en fait, d'éviter une transmission infectieuse ou inflammatoire. En effet, en cas de maladie infectieuse récente, celle-ci peut ne pas être détectée par les examens faits lors de chaque don de sang.

Dans la présente étude, il est observé un taux de séropositivité à la brucellose élevé dans le don de sang (8%). L'hypothèse serait que les personnes testées proviennent d'une zone à vocation agricole, où prédomine l'élevage (bovins et surtout ovins et caprins). La population de cette région est dans une large partie constituée d'agriculteurs-éleveurs et de travailleurs agricoles, qui vivent des productions des exploitations (fruits et légumes, viande, lait, lben, raib, fromage traditionnel, etc.) De cet état de fait, il peut être déduit que cette frange de la population est constamment exposée à la maladie, soit, par contact direct avec les animaux de rente, soit, par les poussières des étables et aérosols lors de la manipulation du fumier, ou encore, lors de la consommation de produits laitiers frais, en particulier le lait de chèvre (Dahmani *et al.*, 2018 ; Tabet-Derraz et Bestaoui, 2017). De par les coutumes ancestrales, la population rurale présume que le lait possède des vertus et doit être consommé en l'état. Un lait bouilli, selon cette population, perd son goût typique et son arôme naturel.

En plus des examens obligatoires, fixés dans les textes réglementaires algériens (MSP, 1998) et rendant obligatoire le dépistage du virus du sida, des hépatites virales B et C et de la syphilis, dans le don de sang et d'organes, le médecin peut exiger la détection des anticorps paludéens et anti-brucellose, lorsqu'un facteur de risque vis-à-vis de l'infection a été mis en évidence. Selon les recommandations du CHPG, (2011), lorsqu'un individu est atteint d'une brucellose ou d'une tuberculose, il existe une durée de contre-indication au don de sang, qui est de deux (02) années, après guérison. Malencontreusement, en Algérie, l'examen concernant le dépistage de la brucellose n'est même pas évoqué dans les centres de transfusion, car le sang est traité. Cet examen devra être automatiquement demandé, car la brucellose est endémique dans le pays.

En effet, il apparait selon Gómez *et al.*, (2008), que dans les régions où la brucellose est endémique, une large proportion de la population possède des anticorps spécifiques contre la brucellose. Ces auteurs ont retrouvés des valeurs de séroprévalences de 3,3% et de 100%, respectivement dans les dons de sang et chez les patients. Ils constatent par ailleurs, aussi bien les donateurs de sang, que les patients, vivent dans des zones rurales. D'où un intérêt particulier à mettre en place règlementairement, l'entretien médical confidentiel, avant tout prélèvement de sang.

Dans une étude réalisée au Liban Nord, sur la séroprévalence de la brucellose chez les donateurs de sang, les résultats ont révélé des taux beaucoup plus importants comparativement à ceux observés dans la présente recherche, soit un taux de 48% (Khalil *et al.*, 2001). Ces taux augmentent avec l'âge dans les régions rurales atteignant 50%, chez les personnes à risque. Le sexe n'apparait pas comme étant un facteur de risque dans cette population. Le contact avec les animaux infectés semble quant à lui, être un facteur de risque majeur. Les résultats de cette étude montrent l'endémicité de la brucellose au Liban Nord, ce qui conforte les résultats de la présente étude quant à la récurrence de la maladie en Algérie.

Les résultats d'une autre recherche réalisée en Iran, chez les donateurs de sang indiquent un très faible taux de séroprévalence de la brucellose (Sofian *et al.*, 2013), négligeable par rapport à celui observé dans la présente étude (8%). En effet, une faible concentration d'agglutinine de *Brucella* était présente dans trois échantillons de sérums de sujets en bonne santé (soit un taux de 0,33%), un sérum s'est révélé être réellement positif (soit un taux de 0,11%), il appartenait à un homme âgé de 26 ans, qui n'avait aucun antécédent de brucellose ou de contact avec les animaux, mais avec un historique de consommation de lait et de ses sous produits non pasteurisés. Parmi les cas testés, 5% des sujets avaient des membres de la famille infectés, et seul 4% des cas présentaient un risque professionnel.

Eu égard aux déclarations de l'INSP, (1990-2017), la brucellose humaine est très fréquente, en Algérie, c'est une constatation, car elle est certainement sous diagnostiquée, les cas notifiés ne sont émis que par les hôpitaux ou le laboratoire de référence (IPA). Il en est de même pour ce qui est de la situation sanitaire chez les animaux. Bien que, dans certains hôpitaux, il a été constaté l'absence de réactifs pour la confirmation de la brucellose.

Aussi, pour prendre connaissance du nombre de cas de brucellose traités par les médecins et réellement déclarés, des études ont montré qu'il faut multiplier par 3 à 5 le nombre de cas déclarés (Benhabyles *et al.*, 1992) et même, 10 fois selon l'OMS. De plus, le nombre trouvé n'inclut pas les brucelloses frustrées non diagnostiquées.

# Conclusion

Les investigations de cette étude sur la séroprévalence de la brucellose animale ont permis de mettre en exergue des taux d'infection élevés chez les bovins. En outre, les résultats indiquent une dispersion des foyers de brucellose chez cette espèce dans toutes les zones de Mostaganem. Par ailleurs, cette étude permet de confirmer la présence de brucellose caprine et ovine, cas jusque là, jamais déclarés dans la région. Il serait toutefois important que des enquêtes soient effectuées chez les bovins pour déterminer quelle bactérie (*B.abortus* ou *B.melitensis*) est la plus fréquente et à l'origine de l'infection dans les exploitations de la région.

Compte tenu des constatations réalisées sur le terrain, l'emploi des épreuves de diagnostic doit être adapté à la situation épidémiologique de la brucellose dans la région où elle sévit (structure des élevages, niveau de prévalence local, etc.), et, compatible avec la nécessité d'une intervention massive et répétée dans le temps (Garin-Bastuji, 2009 ; Seagerman *et al.*, 2004). A ce titre, et en tout état de cause, les différents dépistages et études semblent indiquer que la brucellose sévit de façon enzootique dans toute l'Algérie et dans les pays avoisinants (Akakpo *et al.*, 2009 ; Benhabyles *et al.*, 1992 ; Benkirane , 2001). A cet égard, l'Algérie a instauré un programme de lutte contre la brucellose bovine qui n'a pas abouti aux résultats escomptés, dans la mesure où le nombre de cas ne cesse d'augmenter, tant chez les animaux, que chez l'Homme (DSV 1995-2017 ; INSP, 1990-2017).

Aussi, l'utilisation du TRB offrirait, en plus des avantages déjà cités, une VPP satisfaisante, un gain de temps pour sa réalisation, un faible coût comparativement aux autres tests. De même, qu'une appréciation rapide de la maladie par une recherche sérologique, aussi bien au niveau individuel, qu'au niveau des troupeaux, ainsi qu'à l'échelle locale ou régionale (Boukary *et al.*, 2013; OIE, 2008). Ceci justifierait une plus grande application de ce test, notamment, comme test sérologique définitif pour le diagnostic de la brucellose bovine en Algérie, ce qui permettrait un diagnostic rapide, afin de prendre les mesures nécessaires pour limiter la propagation de cette maladie. De plus, le coût lié à l'achat des antigènes, fait du TRB, la méthode préférée dans le monde pour la détection précoce de la brucellose dans les situations d'enzootie (Godfroid *et al.*, 2013).

Toutefois, la réalisation de ces mesures sanitaires est tributaire pour une large part, de l'identification des bovins et la tenue d'un fichier qui est sans aucun doute, un préalable indispensable et corollairement lié à l'assainissement du cheptel, en procédant à un dépistage systématique des bovins et l'élimination de ceux qui sont positifs. Il serait souhaitable dans ce contexte, d'utiliser uniquement le TRB dans les programmes de contrôle/abattage des animaux en Algérie.

La brucellose humaine enregistre une avancée effrayante dans le pays, en particulier dans sa partie sud. Elle est sous diagnostiquée dans plusieurs régions à cause de son polymorphisme clinique. Le respect des règles d'hygiène et l'éducation sanitaire sont parmi les points les plus importants pour attirer l'attention de la population sur les risques de cette maladie et sa transmission, en particulier, par le lait cru qui doit être bouilli avant sa consommation, et/ou les produits laitiers à base de lait cru, notamment les fromages traditionnels du terroir dont la fabrication est en nette augmentation de par la promotion des produits locaux à caractère artisanal.

Selon les résultats des travaux réalisés en Algérie, dont ceux de la présente recherche, les programmes de contrôles menés en ce sens par les autorités sanitaires sont peu efficaces. En effet, les dépistages sont irréguliers et limités aux exploitations d'élevage qui, pour pouvoir

livrer leur production laitière aux unités de transformation, sont dans l'obligation de posséder un agrément sanitaire pour leurs troupeaux. Par conséquent, les taux d'infection rapportés annuellement par les autorités sanitaires sont sous-estimés (DSV, 1995-2017).

En raison de la forte pathogénicité des *Brucelles* de l'espèce caprine, aussi bien pour les animaux que pour l'homme (Benhabylles *et al.*, 1992 ; Lounes *et al.*, 2014), la mise en œuvre d'un dépistage rigoureux et systématique de l'ensemble des exploitations et animaux, sont plus que nécessaires pour diminuer l'incidence de cette maladie chez les troupeaux et de là, sa transmission à l'homme.

### **Perspectives**

Mise en place du système Hasard Analysis Critical Control Point (HACCP), dans la chaîne de l'élevage, en vue, dans un premier temps, de recenser d'éventuels dangers, et de les analyser pour déterminer les points critiques, et être dans la capacité de les maîtriser, dans un deuxième temps.

Orienter les recherches vers la maladie chez l'homme, en particulier chez les personnes à risque et les professionnels de la santé animale. Ce qui aura un impact très positif sur la diminution de l'incidence de la maladie.

# **Annexes**

## Annexe A

Tableau représentant la répartition des déclarations de brucellose animales et humaines en fonction des wilayas (INSP, 2001).

Wilaya	Cas humains	Cas vétérinaires
Laghouat	20	
O.E.B.	5	32
Batna	27	3
Biskra	345	32
Béchar	2	
Bouira	10	
Tébessa	1	6
Tlemcen	23	14
Tizi Ouzou		22
Alger	3	
Sétif	22	80
Saïda	30	3
Skikda	20	68
Sidi Bel	59	12
Abbès		50
Annaba	9	18
Constantine	4	
M'Sila	12	
Mascara		1
Ouargla	5	50
Oran	269	8
El Bayadh	3	
B.B.A	1	4
Boumerdès	40	10
Khenchela	1	
Souk Ahras		19
Mila	1	
Aïn Défla	21	9
Naâma	19	103
A.Témouchent	76	
Ghardaïa		
	1028	385

## Annexe B

Tableau représentant l'évolution du nombre de cas et de foyers de brucellose bovine et caprine de 2005 à 2017, à l'échelle nationale (DSV, 2018).

Années	Brucellose Caprine		Brucellose Bovine	
	Foyer	Cas	Foyer	Cas
<b>2005</b>	1597	6966	763	1274
<b>2006</b>	1113	4729	692	1402
<b>2007</b>	381	1893	570	1185
<b>2008</b>	129	637	692	1411
<b>2009</b>	298	1487	640	1339
<b>2010</b>	241	1811	413	948
<b>2011</b>	66	356	450	1110
<b>2012</b>	41	148	497	1168
<b>2013</b>	44	137	567	1206
<b>2014</b>	29	171	707	1484
<b>2015</b>	54	586	705	1635
<b>2016</b>	77	481	1066	2581
<b>2017</b>	164	1128	933	2006

## Annexe C

Note de la DSV concernant la suppression de l'obligation du dépistage sanitaire de la brucellose (DSV, 2008).

المصدر الأصلي	رقم الإرسال	عدد الكتل	تاريخ وساعة التسليم	تاريخ وساعة الاستلام رقم التسجيل الخاص بالمركز	مظافة جل جذا تعديل الذي 11
Expéditeur	Direction des Services Vétérinaires Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.				
Destinataire	Direction des services agricoles des 48 wilayates.				

Copies pour information : Monsieur le Secrétaire. général ; Monsieur نص 1282

Honneur vous informer qu'à compter du 10 novembre 2008, tous les laits doivent être collectés quelque soit le statut sanitaire des cheptels d'origine.

*Stop*

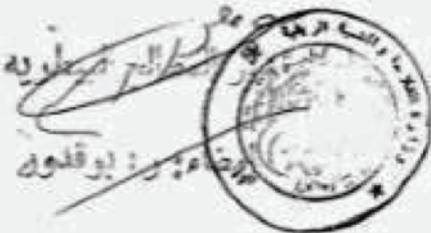
Que les primes à la production et à la collecte doivent être octroyées aux éleveurs, quelque soit la qualité sanitaire de leur production laitière et tous les laits doivent être obligatoirement pasteurisés.

*Stop*

Par ailleurs, un nouveau dispositif instituant une prime sanitaire pour les cheptels assainis sera mis en place et viendra renforcer le dispositif. Les mécanismes et modalités pratiques d'octroi de la prime sanitaire vous seront transmis ultérieurement.

*Stop et Fin*

Dr Rachid Bouguedour  
Directeur des Services  
Vétérinaires.



## Annexe D



Figure représentant les 32 communes de la wilaya de Mostaganem.  
Source : ANIREF, 2013 ; Imago Mundi, 2017.

Tableau représentant les Dairas et communes de la wilaya de Mostaganem. Source : DSPM, 2018.

N°	Dénomination daïra	Nombre	Superficie (Km <sup>2</sup> )
1	ACHAACHA	04	233
2	AIN NOUISSY	03	170
3	AIN TEDELES	04	316
4	BOUGUIRAT	04	336
5	HASSI MAMECHE	03	138
6	KHEIR EDDINE	03	128
7	MESRA	04	203
8	MOSTAGANEM	01	50
9	SIDI ALI	03	388
10	SIDI LAKHDAR	03	307

## Annexe E

### Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

#### Questionnaire sur l'état sanitaire des élevages à Mostaganem

Le manque de données sur l'état sanitaire et la persistance de la brucellose dans le cheptel bovin de la Wilaya de Mostaganem ont été les facteurs qui ont motivés la réalisation d'une enquête. L'objectif de cette prospection est de déterminer et de décrire les facteurs d'apparition et de propagation de cette affection.

A ce titre, en vous remerciant, je tiens à vous informer que ce questionnaire demeurera strictement confidentiel.

N° d'ordre de l'exploitation : /\_//\_//\_//                      Date de la visite : /\_//\_//\_//\_//\_//\_//  
 Douar : ..... Commune : .....  
 Daira : .....

#### Paramètres de l'enquête

##### **1. Elevage :**

- Type : Intensif /\_ / semi-extensif /\_ / Extensif /\_ /
- Pâturage temporaire : période (mois) : .....
- Agrément de l'élevage : oui /\_ / non /\_ /
- Nombre de bovins dans l'exploitation : total.....  
   Vaches /\_//\_ / Génisses /\_//\_ / Reproducteurs /\_//\_ / Veaux et vèles /\_//\_ /
- Races exploitées :  
   Prim'Holstein : oui /\_ / non /\_ /    Pie Rouge des Alpes : oui /\_ / non /\_ /  
   Monbéliarde : oui /\_ / non /\_ /    Races améliorées: oui /\_ / non /\_ /  
   Autre à préciser : .....

##### **2. Environnement :**

- Etat des abords du bâtiment et de l'ensemble de l'exploitation sont dans un état d'entretien et de propreté :  
   Très satisfaisant /\_ / satisfaisant /\_ / moyen /\_ / absent /\_ /
- Présence de fumier : oui /\_ / non /\_ /

**3. Logement :**

- Conception: Stabulation : libre /\_ / Entravée /\_ /
- Aération : oui /\_ / non /\_ /
- Surface du sol : Béton /\_ / Caillebotis /\_ / Terre battue /\_ /
- Présence de litière : oui /\_ / non /\_ /
- Qualité de la litière : Sèche /\_ / Humide /\_ /
- Renouvellement de la litière : oui /\_ / non /\_ /
  - Périodicité du renouvellement de la litière: Quotidienne : oui /\_ / non /\_ /
  - Autre à préciser : .....
- Aménagements : - Local de mise bas : oui /\_ / non /\_ /
  - Présence de nurserie : oui /\_ / non /\_ /
  - Local spécialisé pour la traite : oui /\_ / non /\_ /
- Nettoyage, désinfection et vide sanitaire : oui /\_ / non /\_ /

**4. Conduite de la reproduction :**

- Synchronisation des chaleurs : oui /\_ / non /\_ /
- Insémination artificielle : oui /\_ / non /\_ /
- Monte naturelle : oui /\_ / non /\_ /
  - Origine du reproducteur : Exploitation /\_ / Hors exploitation /\_ /
  - Statut sérologique du reproducteur connu : oui /\_ / non /\_ /

**5. Conduite du troupeau :**

- Identification des animaux : oui /\_ / non /\_ /
- Respect des contrôles de dépistage obligatoire : oui /\_ / non /\_ /
- Délai du contrôle : Entre 3 et 6 mois /\_ / Tous les 6 mois /\_ / Plus de 6 mois /\_ /
  - Autre à préciser : .....
- Présence d'autres espèces animales : oui /\_ / non /\_ /
  - Ovin /\_ / Caprin /\_ / Chien /\_ /
- Mise en quarantaine avant l'introduction d'animaux dans l'étable : oui /\_ / non /\_ /
- Statut sérologique des animaux introduits connu : oui /\_ / non /\_ /
- Présence de document sanitaire valide : oui /\_ / non /\_ / Document absent : /\_ /

**6. Personnel :**

- Disponibilité main-d'œuvre : oui /\_ / non /\_ /
- Main-d'œuvre : Salariée /\_ / Familiale /\_ /
- Qualification : Technicien /\_ / Vacher /\_ / Sans qualification /\_ /

**7. Notion d'antécédents de brucellose** : oui /\_ / non /\_ /

- Notion d'avortement : oui /\_ / non /\_ /
- Nombre d'avortements :  
**2008** /\_ // \_ / **2009** /\_ // \_ / **2010** /\_ // \_ / **2011** /\_ // \_ / **2012** /\_ // \_ /
- Signes cliniques : Arthrite : /\_ / Orchite : /\_ / Mammite : /\_ / Inapparents : /\_ /  
Autres signes : à préciser :.....
- Animaux atteints : Bovin /\_ / ovin /\_ / caprin /\_ / autres /\_ / préciser .....
- Nombre d'animaux atteints par sexe : Femelle /\_ // \_ / Mâle /\_ // \_ /
- Date d'apparition de la maladie : /\_ // \_ // \_ // \_ // \_ // \_ /
- Origine de la contamination : Introduction d'un animal dans la ferme  
à l'achat /\_ / Lors de l'accouplement /\_ / Au pâturage /\_ /
- Zone d'isolement des animaux malades : oui /\_ / non /\_ /
- Abattage sanitaire dans les délais : oui /\_ / non /\_ /
- Délai entre la déclaration de la maladie et l'abattage:  
Moins de 8 j /\_ / entre 8 à 15 /\_ / plus de 15j /\_ /  
Autres délais : à préciser :.....
- Nettoyage, désinfection et vide sanitaire après élimination d'un animal brucellique :  
oui /\_ / non /\_ /

**Observations** : .....

.....

.....

.....

.....

.....

## Annexe F

### Laboratoire des Sciences et Techniques de Production Animale

#### Fiche de renseignements

#### Enquête Brucellose humaine

##### 1. Données démographiques :

Sexe:  M  F      Age: -----Situation familiale : -----  
 Nombre d'enfants : -----  
 Secteur d'activité: -----  
 Adresse (ville, Wilaya) -----  
 Adresse professionnelle : -----

##### 2. Observations cliniques : (anciennes ou récentes) :

Avez-vous été atteint de la brucellose :  oui  non  ne sait pas  
 Si oui, date d'apparition des symptômes : -----  
 Age au moment de la maladie : -----  
 Secteur d'activité au moment de la maladie : -----

##### 3. Origine supposée de la contamination

###### \* Contact avec les animaux (vivants ou morts):

Bovins:  oui  non

Ovins:  oui  non

Caprins:  oui  non

Autres préciser:-----

Manipulation : mise bas, produits d'avortement, etc.:  oui  non préciser: -----

Manipulation de fumier:  oui  non

Manipulation abattoir :  oui  non

Autres manipulations ou contact avec projection, etc. Préciser:-----

**\* Consommation de produits laitiers :**

- Lait cru  ou colostrum :

de vache:  oui  non

de brebis:  oui  non

de chèvre :  oui  non

Autre : -----

-Fromage frais au lait cru (raieb, lben,.....):  oui  non si oui, préciser:-----

-Viande peu cuite:  oui  non si oui, préciser:-----

**5. Séjour dans une autre région que la votre:**  oui  non laquelle ? -----

**6. Symptômes :**

- Fièvre :  oui  non  ne sait pas

Intermittente :  oui  non  ne sait pas

- Sueurs :  oui  non  ne sait pas

Profuses  nocturnes

- Perte d'appétit :  oui  non  ne sait pas

- Perte de poids :  oui  non  ne sait pas

- Fatigue importante :  oui  non  ne sait pas

- Maux de tête :  oui  non  ne sait pas

- Douleurs :  articulaires  musculaires  génitales

Autres, préciser la localisation : -----

- Adénopathies (ganglions) :  oui  non

Préciser localisation : -----

Etat dépressif :  oui  non  ne sait pas

-Autre signes : -----

**7. Pour les femmes :** fausse couche, infécondité, etc :

Votre (vos) grossesse(s) s'est-elle (se sont-elles) déroulée(s) normalement :

oui  non  ne sait pas

Si non, quels problèmes se sont présentés et à quel terme ? -----

**8. Pour les hommes :** infécondité :  oui  non  ne sait pas

**9. À l'occasion de ses symptômes :**

- Avez-vous consulté un médecin ?  oui     non     ne sait pas
- Quel a été le diagnostic ? -----
- Avez-vous été hospitalisé ?  oui     non
  - Si oui : lieu d'hospitalisation : -----durée d'hospitalisation-----
- Si non : durée du suivi en externe : -----
- Vous a-t-on prescrit des examens complémentaires ?  oui     non
  - Si oui : Lesquels ? -----
- Avez-vous pris des médicaments ?  oui     non
- Si oui, de quels types ?-----
- Durée du traitement ? -----

**10. Confirmation du diagnostic :**1<sup>er</sup> prélèvement :

- Test au Rose Bengale :             positif     négatif
- Sérodiagnostic de Wright :     positif     négatif    titre : -----
- Autre méthode (préciser résultat): -----

2<sup>ème</sup>prélèvement :

- Test au Rose Bengale :     positif     négatif
- Sérodiagnostic de Wright :  positif     négatif    titre : -----
- Autre méthode (préciser résultat): -----

**11. Avez-vous été atteint par une autre pathologie d'origine animale ?**

- oui     non     ne sait pas

-Si oui laquelle-----

**Observations :**.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Références

1. **Abdalla A, Hamid ME.** Comparison of conventional and non-conventional techniques for the diagnosis of bovine brucellosis in Sudan. *Trop Anim Health Prod.* **2012.** 44 (6) : 1151-1155. doi : 10.1007/s11250-011-0051-7. Epub 2011 Dec 27.
2. **Abdelhadi FZ, Abdelhadi SA, Niar A, Benallou B, Meliani S, Smail NL, Mahmoud D.** Abortions in cattle on the level of Tiaret area (Algeria). *Global Veteraniaria.* **2015.** 14 (5) : 638-645.
3. **Acha PN, Szyfres B.** *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux.* Tome 1, troisième édition. Paris. Office international des épizooties. **2005.** 1063p.
4. **Aggad H.** Serological studies of animal brucellosis in Algeria. *Assiut Vet. Med.J,* **2003.** 49 (98) : 121-130.
5. **Aggad H, Niar A, Qamor J, Azrot R.** Prevalence of Brucellosis : A serological study in Tiaret, Western Algeria ; *Arab gulf journal of scientific research,* **2003.** (4) : 244-248.
6. **Aggad H, Boukraa L.** Prevalence of bovine and human brucellosis in western Algeria : comparison of screening tests. *Eastern Mediterranean Health Journal.* **2006.** 12 (1/2) : 119-128.  
  
Accessible En ligne : <http://www.emro.who.int/emh-journal/easter-mediterranean-health-journal/home.html>
7. **Ahmed MO, Elmeshri SE, Abuzweda AR, Blauo M, Abouzeed YM, Ibrahim A, Salem H, Alzwam F, Abid S, Elfahem A, Elrais A.** 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>
8. **Akakpo AJ, Têko-Agbo A, Koné P.** Impact de la brucellose bovine sur l'économie et la santé publique en Afrique. *Conf Office International des Épizooties,* Paris, **2009.** 71-84.
9. **Akakpo JA, Ndour APN.** La brucellose bovine en Afrique de l'ouest et du centre : état des lieux. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales.* **2013.** 11, E.I.S.M.V. de Dakar RASPA Vo.11 N0S.
10. **Al-Majali AM, Talafha AQ, Ababneh MM, Ababneh MM.** Seroprevalence and risk factors for bovine brucellosis in Jordan. *Journal of veterinary sciences.* **2009.** 10(1) : 61–65.  
  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.4142/jvs.2009.10.1.61>

11. **Alton GG, Jones LM, Angus RD, Verger JM.** *Techniques for the brucellosis laboratory.* Institut de la recherche agronomique. Paris. **1988.** 190p.
12. **ANIREF (Agence Nationale d'Intermédiation et de la Régulation Foncière).** Monographie de la Wilaya de Mostaganem en 2013.  
Accessible En ligne : <http://www.aniref.dz/monographies/ar/mostaganem.pdf>
13. **ANS (Agence Nationale de la Santé).** Don du sang. Extrait de El Mouwatin. Algérie, *Ministère de la Santé et de la Population.* **2013.**  
Accessible en Ligne : [http://www.elmouwatin.dz/IMC/article\\_a122](http://www.elmouwatin.dz/IMC/article_a122)
14. **Ardin-Delteil P.** Sur la diminution de fréquence de la fièvre ondulante en Algérie et dans notre sphère d'observation. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie.* **1926.** 5(3): 457-469.  
Accessible En ligne : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96685004>
15. **Baraka F, Kandouci C, Taibi Z, Mansour F, Tabet-Derraz NF, Kandouci BA.** Évaluation de la brucellose d'origine professionnelle sur les cinq dernières années dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbès. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement.* **2016.** 77 (3) : 543-544.  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.1016/j.adm p.201 6.03.436>
16. **Barkallah M, Gharbi Y, Hassena AB, Slima AB, Mallek Z, Gautier M et al.** Survey of Infectious Etiologies of Bovine Abortion during Mid-to-Late Gestation in Dairy Herds. *PLoS ONE,* **2014.** 9 (3): e91549. doi : 10.1371/journal.pone.0091549.
17. **Belkhayat A.** Bovine brucellosis in Morocco. *Dev Biol Stand.* **1976.** (31): 268-273.
18. **Benchekor M.** Les facteurs limitant de la production laitière en Algérie. *MagVet.* **2012.** mai, (68): 26-28.
19. **Benchekor M.** Propositions de mesures pour le développement de la production laitière. *MagVet.* **2011.** mai-juin 5, (66):26-28.
20. **Bendali F.** *La gestion sanitaire du troupeau.* Institut de l'Élevage. Edition France Agricole. **2011.** 221p.
21. **Benelmouffok A.** «Aperçu sur la situation actuelle de la brucellose bovine en Algérie», *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie.* **1970.** Tome 48, 207-209.
22. **Benelmouffok A.** La brucellose bovine en Algérie. Bilan du dépistage sérologique de 1969 à 1976. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie.* **1978-1979.** Tome 53, 120-126.

23. **Benhabyles N, Benkirane A, Boudilmi B, Benchouk S et Bouayoun H.** Épidémiologie de la brucellose humaine et animale au Maghreb. In : Prevention of brucellosis in Mediterranean countries. *Proceeding of the International Seminar organised by CIHEM, CEC, MINAG (Malta), FIS (Malta), Valetta, Malta 28-30 ber 1991.* CIHEM Publication n°1, **1992**, Pudoc scientific Publishers Wageningen. 1992.
- Accessible En ligne : <http://edepot.wur.nl/311570>
24. **Benkirane A.** Surveillance épidémiologique et prophylaxie de la brucellose des ruminants. Exemple de la région d'Afrique du Nord et Proche-Orient. *Rev.sci.tech.off.Int.Epiz.* **2001**. 20 (3): 757-767.
25. **Benkirane A.** Ovine and caprine brucellosis : World distribution and control/eradication strategies in West Asia/North Africa region. *Small Ruminant Res.* **2006**. 62: 19–25.
26. **Benkortbi MF, Ould-Metidji S, Ould Rouis B.** Etude de 8 cas de brucellose aiguë familiale rapportés à la problématique algérienne. *Med Mal Infect.* **1992**. 22: 937-938.
27. **Benslimani A, Benamrouche N, Hamoudi N, Lazri M, Senouci H, Ouar M, Tali Maamar H, Khemissi A, Bougherbal R, Amrane MA, Kezzal K, Rahal K.** *Brucella Melitensis* de sensibilité diminuée à la rifampicine et présentant un polymorphisme smooth/rough en primoculture : à propos d'un cas d'endocardite brucellienne sur valve native. **2015**. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*.
28. **Bodelet V.** Brucellose et grossesse. Revue de la littérature. A propos d'un cas. Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Médecine. Faculté de médecine n°163. Université Henri Poincaré, Nancy 1. **2002**. 145p.
29. **Bora G, Akkoyunlu Y, Berköz M, Açikgöz G, Berktaş M, Altındağ F, Bora A.** Investigation of *Brucella* seroprevalence in human and livestock in Iğdir, Turkey. *East J Med.* **2016**. 21 (3):107-112.
30. **Boschioli ML, Foulougue V, O'callagan D.** Brucellose : une zoonose mondiale. *Current Opinion in Microbiology.* **2006**. (4): 58-64.
31. **Bosilkovski M.** *Brucellosis : it is not only Malta !* In : Zoonoses-Infections affecting humans and animals. Focus on public health aspects. Editée par Andreas Sing, © Springer science Business Media Dordrecht. **2015**. 287-316. ISBN 978-94-017-9457-2. DOI 10.1007/978-94-017-9457-2.
- Accessible En ligne : <https://books.google.dz/books?i>
32. **Bouamra M, Ghozlane F, Ghozlane MK et Chelighoum A.** La production laitière et les performances de reproduction des vaches laitières en Algérie. *MagVet.* **2012**. 5 mai., (68): 16-17.

33. **Boudgene-Stambouli O, Merad-Boudia A, Guernaout-Bouchouk S.** Vasculite allergique au cours d'une brucellose. *Médecine du Maghreb.* **1997.** 124 : 21-23.
34. **Boukary AR, Saegerman C, Abatih E, Fretin D, Alambédji Bada R, De Deken R, Harouna AH, Yenikoye A, 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,* **2013.** 8 (12): e83175. 10.1371/ journal. pone.0083175.
35. **Bouزيد R, Laouabdia Sellami N, Benkhelil A, Hocine A, Ouzrout R, Touati K.** Primary disease dairy herds in the north-eastern Algeria. *African Journal of Agricultural Research.* **2015.** 5(4) : 316-321. DOI : 10.5897/AJAR09.453. ISSN 1991-637X © 2010. Academic Journals.
- Accessible En ligne : <http://www.Academicjournals.org/AJAR>
36. **Bréhin C, Ray S, Honorat R, Prère M-F, Bicart-See A, Claudet I.** Brucellose : revue de littérature à propos d'un cas pédiatrique. *Archives de Pédiatrie.* **2016.** 23 : 719-722.
37. **Bueno-Marí R, Almeida APG, Navarro JC.** Editorial : Emerging zoonoses : eco-epidemiology, involved mechanisms and public health implications. *Front public health.* **2015.** 08 June., (3): 157. doi : 10.3389/fpubh.2015.00157.
38. **Calistri P, Iannetti S, Atzeni M, Di Bella Ca, Schembri P, Giovannini A.** Risk factors for the persistence of bovine brucellosis in Sicily from 2008 to 2010. *Preventive Veterinary Medicine.* **2012.**
- Accessible En ligne : <http://dx.doi.org/www.snd11.Arn.dz/10.1016/j.prevetmed.2012>
39. **CDC (Centers for Disease Control).** Site officiel des Centers for Disease Control and Prevention. **2014.**
- Accessible En ligne : <http://www.cdc.gov/brucellosis/exposure/occupational-risks.html>.
40. **CERVA (Centre d'Étude et de Recherches Vétérinaires et Agronomiques).** *Brucellose.* **2011.**
- Accessible En ligne : <http://www.coda-cerva.be/index.Php?option=com>
41. **Chakroun M, Bouzouaia N.** La brucellose : une zoonose toujours d'actualité. *Rev Tun Infectiol.* **2007.** 1-10.
42. **Chelli Bouaziz M, Ladeb MF, Chakroun M , Hamdi W.** Brucellose rachidienne. *Imagerie rhumatologique et orthopédique.* **2013.** 1-7.
43. **Cherif A, Benelmouffok A, Doudou A.** Consommation de fromage de chèvre et Brucellose humaine à Ghardaïa (Algérie). *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie.* **1986.** Tome 4, (55): 9-12.

Accessible En ligne : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb32701254k/date>

44. **CHPG (Centre Hospitalier Princesse de Grace)**. Informations préalables au don du sang. *Centre de transfusion sanguine*. **2011**. 2p.  
Accessible en Ligne : <https://www.chpg.mc/wp-content/uploads/2017/01/info-pre-don-2011.pdf>
45. **CNRG (Commission Nationale des Ressources Génétiques)**. Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales : Algérie. **2003**. Octobre, 46p.
46. **Corbel MJ**. *Brucellosis in human and animals*. WHO/FAO/OIE. Édition, World Health Organisation. Geneva : WHOLibrary, WHO press. **2006**. 90p.
47. **Dahmani A, Rahal K, Dechicha A, Kaidi R**. Prévalence des avortements chez la brebis dans la région de Ksar Boukhari. *Recueil des 4èmes Journées Vétérinaires de Blida*. Université Saad Dahleb, 28-29 Novembre **2011**. 48-51  
Accessible En ligne : <http://www.univ-blida.dz/facagro/seminaireJVB4/thème.html>
48. **Dahmani A, Lounes N, Bouyoucef A, Rahal K**. Étude sur la brucellose humaine dans la daïra d'Aziz (Algérie). *Épidémiol. et santé anim.*, **2018**. 73: 137-145.
49. **Dehimi ML**. Incidence des mortalités embryonnaires sur la fertilité et la fécondité des vaches laitières. *Magvet, Éd spéciale*, **2011**, mai-juin., (66): 37.
50. **Delafosse A, Goutard F, Thébaud E**. Epidémiologie de la tuberculose et de la brucellose des bovins en zone périurbaine d'Abéché, Tchad. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop*. **2002**. 55 (1): 5-13.
51. **DELM (Direction de l'Epidémiologie et de Lutte contre les Maladies)**. Bulletin épidémiologique. *Ministère de la Santé, Royaume du Maroc*. **2012** :16.
52. **Derdour SY, Hafsi F, Azzag N, Tennah S, Laamari A, China B, Ghalmi F**. Prevalence of the main infectious causes of abortion in dairy cattle in Algeria. *J Vet Res*. **2017**. (61) : 337-343.  
Accessible En ligne : <http://jvetres.Piwet.pulawy.pl/index.php/archive-pdf-a-abstracts>
53. **Dermott M, Grace D, Zinsstag J**. Economics of brucellosis impact and control in low-income countries. *Rev. sci.techn.Off.int.Epiz*. **2013**. (32) : 249-261.
54. **DGPPS (Direction Générale de la Prévention et de la Promotion de la Santé)**. Circulaire n° 1 MSPRH/DGPPS du 05/01/2014 relative à la mise en œuvre des dispositions fixées dans l'Arrêté n°133/MSPRH/SG du 30/12/2013 modifiant et complétant la liste des maladies à déclaration obligatoire. Algérie, *Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière*. **2014**. 3p.

55. **Donatien A, Lestoquard F.** Les maladies du bétail en Algérie. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie. Septembre 1931.* Tome 9, (3) : 486-491.
56. **DSA (Direction des Services Agricoles).** État récapitulatif des maladies à déclaration obligatoire. *Direction des services agricoles de la wilaya de Mostaganem. 2012.* 1-8.
57. **DSA (Direction des Services Agricoles).** Campagne de vaccination anti-aphteuse du cheptel bovin. *Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Mostaganem. 2013.* 4p.
58. **DSA (Direction des Services Agricoles).** Bulletins Sanitaires vétérinaires. *Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Mostaganem. 2013-2017.* Plus p.
59. **DSA (Direction des Services Agricoles).** Situation du cheptel et de la production laitière dans la Wilaya de Mostaganem. *Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Mostaganem. 2017.* 4-6.
60. **DSPG (Direction de la Santé et de la Population de Ghardaïa).** Nombre de cas de brucellose enregistré au 14 avril 2016 à Ghardaïa. *Service de la prévention à la direction locale de la Santé et de la Population de Ghardaïa. 2016.* 1.
61. **DSPM (Direction de la Santé et de la Population de Mostaganem).** Relevé des maladies à déclaration obligatoire. **2014.** 1-2.
62. **DSPM (Direction de la Santé et de la Population de Mostaganem).** *Monographie sanitaire de la wilaya. 2018.*  
Accessible En ligne : <http://www.Dsp-mostaganem.dz/index.php/en/sample-sites-2>
63. **DSV (Direction des Services Vétérinaires).** Programmes de lutte contre les zoonoses initiés par le ministère de l'agriculture et du développement rural. Algérie. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 2005.* 1-4.
64. **DSV (Direction des Services Vétérinaires).** Note n° 1282/2008, concernant la collecte du lait quelque soit le statut sanitaire des cheptels d'origine. Algérie. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 2008.* 1.
65. **DSV (Direction des Services Vétérinaires).** Bulletins sanitaires vétérinaires, années 1995 à 2017. Direction des Services Vétérinaires. Algérie. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 1995-2017.* Plus p.
66. **DSV (Direction des Services Vétérinaires).** Evolution du nombre de cas et de foyers de brucellose bovine et caprine de 2005 à 2017, à l'échelle nationale Direction des Services Vétérinaires. Algérie. *Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la pêche. 2018.* 1.

67. **Ducrotoy MJ, Ammary K, Ait Lbacha H, Zouagui Z, Mick V, Prevost L, Bryssinckx W, Welburn SC, Benkirane A.** Narrative overview of animal and human brucellosis in Morocco : intensification of livestock production as a driver for emergence? *Infectious Diseases of Poverty*. **2015**. 4 (57): 1-2.  
Accessible En ligne : <https://idpjournal.biomedcentral.com/>
68. **Duffau.** De l'utilisation du laboratoire dans le diagnostic de la fièvre ondulante. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*. Décembre **1928**. Tome 4, 486-491.
69. **ECDPC (European Centre for Disease Prevention and Control).** Brucellosis. Annual epidemiological report. **2016**.  
Accessible En ligne : <http://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/brucellosis/Annual-epidemiological-report-2016.aspx>
70. **EFSA (European Food Safety Authority).** Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission concerning Brucellosis Diagnostic Methods for Bovines, Sheep, and Goats. *Annex of the EFSA Journal* **2007**. **Si c 2006**. 1-44.  
Accessible En ligne : <http://onlinelibrary.wiley.com/doi:10.2903/j.efsa.2007.432>
71. **Elandalousi RB, Ghram A, Maaroufi A, Mnif W.** Séroprévalence des maladies abortives zoonotiques chez les ruminants au nord de la Tunisie. *Research fr*. **2015**. (2): 1419. doi : / dx.doi.org/10.13070/rs.fr.2.1419.  
Accessible En ligne : <http://www.research-journal.net/fr/>
72. **El-Sayed A et Awad W.** Brucellosis : evolution and expected comeback. *International Journal of Veterinary Sciences and Medecine*. **2018**.  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2018.01.008>
73. **FAO (Food and Agriculture Organisation of the united Nations).** Statistiques Agricoles mondiales. **2014**.  
Accessible En ligne : <https://fr.actualitix.com/statistiques-agriculture.php>
74. **FAO/OMS.** Food/ (Joint FAO/WHO expert committiee on brucellosis, 6th report. Geneva, *World Health Organisation*, Technical report series. **1986**. 145p.
75. **Fouskis I, Sandalakis V, Christidou A, Tsatsaris A, Tzanakis A, Tzanakis N, Tselentis Y, Psaroulaki A.** Transaction of The Royal Society of Tropical Medecine and Hygiene. **2018**. 112 (3,1) : 124-135. doi.org/10.1093/trstmh/try031.  
Accessible En ligne : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
76. **Gabli A, Agabou A, Gabli Z.** Brucellosis in nomadic pastoralists and their goats in two provinces of the eastern Algerian high plateaus. *Tropical Animal Health & Production*. **2015**. 47: 1043–1048.

77. **Garin-Bastuji B.** Qualité des analyses biologiques et adaptation de leur emploi à la situation épidémiologique de la brucellose bovine. *Épidémiol. et santé anim*, **1990**. 17, 71-84.
78. **Garin-Bastuji B, Delcueille F.** Les brucelloses humaine et animale en France en l'an 2000. Situation épidémiologique Programmes de contrôle et d'éradication. *Méd. Mal. Infect.* **2001**. 31 Suppl 2: S202-216.
79. **Garin-Bastuji B.** Rapport de mission Assistance technique à la mise en place d'une stratégie de lutte contre les brucelloses animales en Algérie. Algérie, *Ministère des Affaires Etrangères (EGIDE) et Ministère de l'Agriculture*. **2005**.15p.
80. **Garin-Bastuji B, Millemann Y.** La *brucellose*, in : Maladies des bovins. Institut de l'élevage. 4ème Edition, France Agricole. **2008**. 80-83.
81. **Garin-Bastuji B.** Brucellose bovine : épidémiologie, diagnostic et stratégies de contrôle. Recueil des 7èmes Journées de l'École Nationale Supérieure d'Alger sur les maladies infectieuses des bovins. **2009**. 9-13.
- Accessible En ligne : <http://www.ensv.dz/wp-content/uploads/2016/01/7JSVResumesbis.pdf>
82. **Godfroid J, Käsbohrer AM.** «Brucellosis in the European Union and Norway at the turn of the twenty-first century». *Veterinary Microbiology*. **2002**. 90 (20): 135-145.
83. **Godfroid J, Scholz HC, Barbier T. et al.** Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface at the beginning of the 21st century. *Preventive Veterinary Medicine*. **2011**. (102) : 118-131.
84. **Gómez MC, Nieto JA, Rosa C, Geijo P, Escribano MA, Muñoz Á, López C.** Évaluation of seven tests for diagnosis of human brucellosis in area where the diseases is endemic. *Clinical and vaccine Immunology*. **2008**. 15 (6) : 1031-1033. Doi : 10.1128/CVI.00424-07.
85. **Guilloux M, Watrin B, Caps B.** From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been reemerging zoonosis. *Belgium*. **2004**. 266-313.
86. **Gwida M, Al Dahouk S, Melzer F, Rösler U, Neubauer H, Tomaso H.** Brucellosis—Regionally emerging zoonotic disease? *Croat Me J*. **2010**. (51): 289-295.
87. **Gwida M, El-Ashker M, El-Diasty M, Melzer F, Neubauer H.** Seroprevalence of Bovine Brucellosis in the Nile Delta Region, Egypt : A Preliminary Study. *J.Vet.Med.Res*. **2015**. (2): 1037-1041.

88. **Hars J, Garin-Bastuji B, Richomme C, Payne A, Rossi S.** De l'éradication à la réapparition des maladies infectieuses animales. Les dangers de la faune sauvage : contexte et outils de gestion. *Épidémiol. et santé anim.* **2013.** 64, 57-69.
89. **HPA (Health Protection Agency).** Zoonoses. Common animal associated infections (England and Wales). *Health Protection Report.* **2011.** (6): 13-22.
90. **Hubálek Z, Scholz HC, Sedláček I, Melzer F, Y.O. Sanogo YO, Nesvadbová J.** Brucellosis of the Common Vole (*Microtus arvalis*). *Vector-Borne and Zoonotic Diseases.* **2007.** 7(4): 679-687.  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.1089/vbz.20070143>
91. **Ibrahim N, Belihu K, Lobago F, Bekana M.** Sero-prevalence of bovine brucellosis and its risk factors in Jimma zone of Oromia Region, South-western Ethiopia. *Trop Anim Health Prod.* **2010.** 42(1): 35-40.
92. **Imago Mundi.** Carte de situation de la Wilaya de Mostaganem. Encyclopédie gratuite en ligne. 2017.  
Accessible En ligne : <http://www.cosmovisions.com/Algerie-Carte.htm>
93. **INSP (Institut national de la santé publique).** Relevé épidémiologique mensuel. Algérie. *Ministère de la Santé et de la Population.* **1990-2017.** 18(5):17.
94. **INSP (Institut National de la Santé Publique).** Reflet de la situation épidémiologique 10 ans déjà ! Réédition, Algérie. *Ministère de la Santé et de la Population.* **2001.** Tome 1, 33-141; Tome 2, 177-194.
95. **InVS (Institut De Veille Sanitaire).** Brucellose-Données épidémiologiques 2016. **2016.**  
Accessible En ligne : [invs.santepubliquefrance.fr](https://invs.santepubliquefrance.fr)
96. **IPA (Institut Pasteur d'Algérie).** Rapport d'Activité **2015.** 6-10.  
Accessible En ligne : <http://pasteur.dz/images/docs/Rapport-2015.pdf>
97. **Kacimi El Hassani S.** La dépendance alimentaire en Algérie : importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution ? *Mediterranean Journal of Social Sciences MC SER Publishing Rome-Italy.* **2013.** 4 (11) : 152-158.
98. **Kardjadj M.** Situation épidémiologique de la brucellose caprine dans le cheptel identifié en Algérie. *Pratique vétérinaire.* **2011** : 26-29.
99. **Khalil KW, Chbani R, Sahl DM, Mahmoud AR.** Séroprévalence des anticorps anti-brucella chez les donneurs de sang au Liban Nord. *Revue d'épidémiologie et de santé publique.* **2001.** 49 (3) :315-319.

100. **Khames M, Ramdani-Bouguessa N.** 2011. Séroprévalence de la brucellose bovine à l'abattoir de Rouiba. *Recueil des 4èmes Journées Vétérinaires de Blida.*, 4, 70-73.  
Accessible En ligne : <http://www.univ-blida.dz/facagro/seminaireJVB4/thème.html>
101. **Khan MY, Mah MW, Memish ZA.** Brucellosis in pregnant women. *Clin. Inf, Dis.* **2001.** 32 : 1172-1177.
102. **Krauss H, Weber A, Appel M, Enders B, Graevenitz AV, Isenberg HD, Schiefer HG, Slenczka W, Zahner H.** *Zoonoses. Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans.* 3rd Edition, ASM Press. American Society for Microbiology, Washington DC., USA. **2003.** 456p.
103. **Lounes N, Bouyoucef A.** Brucellose bovine dans la Région centre d'Algérie. *MagVet, Éd spéciale.* **2007.** (58): 17- .
104. **Lounes N, Benyoucef A.** Prévalence et facteurs de risque de la brucellose caprine dans la région centre d'Algérie. *MagVet.* **2008.** 9 (1) : 37- .
105. **Lounes N, Adaika B, Hamidatou H, Bouyoucef A, Garin-Bastuji B.** Enquête préliminaire sur la brucellose cameline dans la région d'El Oued. *Recueil des 4èmes Journées Vétérinaires de Blida.* **2011.** 4, 70-73.  
Accessible En ligne : <http://www.univ-blida.dz/facagro/seminaireJVB4/thème.html>
106. **Lounes N, Cherfa MA, Le Carrou G, Bouyoucef A, Jay M et al.** Human Brucellosis in Maghreb : Existence of a Lineage Related to Socio-Historical Connections With Europe. *PloS One,* **2014.** 9(12): e115319.doi : 10.1371/journal.pone.0115319.
107. **Lucchese L, Benkirane A, Hakimi I, El Idrissi A, Natale A.** Seroprevalence study of the main causes of abortion in dairy cattle in Morocco. *Veterinaria Italiana.* **2016.** (52): 13-19.
108. **Madkour MM.** Brucellosis Overview. In : Madkour's Brucellosis, 2nd edition. Springer-Verlag , Berlin Heidelberg. **2001.** ISBN 978-3-642-59533-2.  
Accessible En ligne : <http://books.google.dz>
109. **MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural).** Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose ovine et caprine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne,* N°65 du 30-10-1996. **1996a** : 15-16.  
Accessible En ligne : <http://www.joradp.dz/hfr/>

110. **MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural)**. Arrêté interministériel du 3 Chaâbane 1416 correspondant au 26 décembre 1995 fixant les mesures de prévention et de lutte spécifiques à la brucellose bovine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N° 65 du 30-10-1996. **1996b** : 16-18.
- Accessible En ligne : <http://www.joradp.dz/hfr/>
111. **MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural)**. Arrêté interministériel du 6 Joumada El Oula correspondant au 13 juin 2005 rendant obligatoire la vaccination contre la brucellose des animaux des espèces caprine et ovine. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°72 du du 02-11-2005. **2005** : 20.
- Accessible En ligne : <http://www.joradp.dz/hfr/>
112. **MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural)**. Décret exécutif n°06-119 du 12 mars 2006 modifiant et complétant le décret exécutif n°95-66 du 22 février 1995 fixant la liste des maladies animales à déclaration obligatoire et les mesures générales qui leur sont applicables. Direction des Affaires Juridiques et de la Réglementation. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°16 du 15-03-2006. **2006** : 18.
- Accessible En ligne : <http://www.Joradp.dz/hfr/>
113. **Mailles A, Rautureau S, Le Horgne JM, Poignet-Leroux B, d'Arnoux C, Dennetière G, Faure M, Lavigne JP, Bru JP, Garin-Bastuji B**. Re-emergence of brucellosis in cattle in France and risk for human health. *Euro Surveill*. **2012**. 17(30):pii=20227.
- Accessible En ligne : <http://www.eurosurveillance.org/rticle.aspx?ArticleId= 20227>
114. **Mansour L et Abbas K**. Typologie des stratégies d'alimentation des bovins laitiers dans la région semi-aride de Sétif. *Livest Res Rural Dev*. **2015**. 27 (5).
- Accessible En ligne : [www.lrrd.org/lrrd27/5/abba27085](http://www.lrrd.org/lrrd27/5/abba27085)
115. **MAPAE (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)**. Programa Nacional de Erradicación de *Brucelosis Bovina*. **2017**.
- Accessible En ligne : <https://www.mapa.gob.es/ca/ganadaderia/temas//:sanidad-animal/higiene>
116. **Maurin M et Brion J-P**. Brucellose. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), *Maladies Infectieuses*, 8-038-A-10. **2009**.
117. **Memish ZA, Balkhy HH**. Brucellosis and International Travel. *J Travel Med*. **2004**. 11: 49–55.
118. **Moreno E**. Rétrospective and prospective perspectives on zoonotic brucellosis. *Front Microbiol*. **2014**. 5 : 213.
- Accessible En ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4026726/>

119. **Morvan J.** Brucellose chez les personnels d'abattoir en Andalousie en Espagne. *Médecine des voyages*. **2017**.  
Accessible En ligne : <http://www.Medecinedesvoyages.net>
120. **Moussouni A.** Conception, réalisation et gestion d'une ferme d'élevage de vaches laitières capacité 100 VL et plus. *MagVet*. **2012**, 5 mai., (68): 47-52.
121. **MSP (Ministère de la Santé et de la Population).** Arrêté interministériel du 17 Dhou ElKaada 1416 correspondant au 5 mai 1996 fixant la liste des maladies présumées d'origine professionnelle ainsi que ses annexes 1 et 2. *Journal officiel de la République Algérienne*, N°16 du 23-03-1997. 1997: 24.  
Accessible En ligne : <http://www.Joradp.dz/hfr/>
122. **MSP (Ministère de la Santé et de la Population).** Arrêté du 24 mai 1998 fixant les règles de bonnes pratiques des qualifications biologiques du don de sang. Algérie, *Ministère de la Santé et de la Population*. **1998**. 3p.
123. **Nedjraoui D.** FAO Country pasture/forage resources profiles. **2012**.  
Accessible En ligne : <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/pasture/forage.htm>
124. **Nehari H, Aggad H, Derrer S, Kihal M.** Séroprévalence de la brucellose caprine et humaine dans la région d'El-Bayadh. *Rev. Microbiol. Ind. San et Environn.* **2014**. (8) : 78-88.
125. **Neta AVC, Mol JPS, Xavier MN, Paixão TA, Lage AP, Santos RL.** Pathogenesis of bovine brucellosis. *The Veterinary Journal*. **2010**. 184 (2): 146-155. doi:10.1016/j.tvjl.2009.04.010.
126. **OIE (Office International des Épizooties).** Organisation mondiale de la santé animale, Archives de la publication annuelle, «Santé animale mondiale» **2005**.  
Accessible En ligne : [http://www.oie.int/fr/info/fr\\_samarchives.htm](http://www.oie.int/fr/info/fr_samarchives.htm)
127. **OIE (Office International des Épizooties).** Notifications immédiates et rapport de suivi. Information zoonositaire par pays. *Office International des Épizooties*. **2012**.  
Accessible En ligne : <http://www.oie.int/wahis2/public/wahid.php/Diseaseinformation>
128. **OIE (Office International des Épizooties).** «Une seule santé». *Office International des Épizooties*. **2013**.  
Accessible En ligne : <http://www.oie.int/fr/pour-les-medias/onehealth-fr/>
129. **OIE (Office International des Épizooties).** Extraits de Santé animale mondiale. *Office International des Épizooties*. **2017**.  
Accessible En ligne : <http://www.oie.int/wahis2/public/wahid.php/Countryinformation/Animalsituation>

130. **OIE (Office International des Épizooties)**. Brucellosis. In : Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres. Version adoptée en mai 2016. Éd., *Office International des Épizooties*, Paris, **2018**. 2 : 355-398.  
Accessible En ligne : <http://www.oie.int/fr/normes/manuel-terrestres-en-ligne/>
131. **Olsen S**. Brucellosis in the United States : Role and significance of wildlife reservoirs. *Vaccine*. **2010**.  
Accessible En ligne : [www.elsevier.com/locate/vaccine](http://www.elsevier.com/locate/vaccine)
132. **Olsen S, Tatum F**. Bovine brucellosis. *Veterinary Clinics of North America : Food Animal Practice*. **2010**. 26 (3): 15-27.
133. **ONIL (Office National Interprofessionnel du Lait)**. Rapport d'activité de l'année 2013. Direction de l'ONIL de Mostaganem. **2014** : 12.
134. **ONM (Office National de Météorologie)**. **2016**.  
Accessible En ligne : <http://www.meteo.dz>
135. **ONS (Direction technique chargée des statistiques régionales l'agriculture et de la cartographie)**. Armature urbaine Office National des Statistiques, Alger (**ONS**). *Collections Statistiques*. **2011**. (163): 130-144.  
Accessible En ligne : <http://www.ons.dz/-Publications-.html>
136. **ONSSA (Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaires)**. Les brucelloses animales : situation sanitaire au niveau national. **2016**.  
Accessible En ligne : [http://www.onssa.gov.ma/fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=176&Itemid=117](http://www.onssa.gov.ma/fr/index.php?option=com_content&view=article&id=176&Itemid=117)
137. **Otlu S, Sahin M, Atabay HI, Unver A**. Serological investigations of Brucellosis in cattle, farmers and veterinarians in the Kars district of Turkey. *ACTA VET. BRNO*. **2008**. (77) : 117-121.
138. **Papas G, Akritids N, Bosilkovski M, Tsianos E**. Brucellosis. *The New England Journal of Medicine*. **2005**. 352 : 2325-2336.
139. **Plommet M, Renoux G, Philippon A, Gestin J, Fensterbank R**. Transmission congénitale de la brucellose bovine d'une génération à l'autre. Congenital transmission of bovine brucellosis from one generation to another. *Bull Acad Vet Fr*. **1971**. 44 (1): 53-9.
140. **Refai M**. «Incidence and control of brucellosis in the Near East region». *Veterinary Microbiology*, **2002**. 90(20): 81-110.

141. **Roop MR II, Bellaire BH, Valderas MW, Cardelli AJ.** Adaptation of the brucellae to their intracellular niche. *Molecular Microbiology*. **2004**. 52 (3) : 621–630. doi:10.1111/j.1365-2958. 2004. 04017.x
142. **Roop MR II, Gaines MJ, Anderson ES, Caswell CC, Martin DW.** Survival of the fittest : how *Brucella* strains adapt to their intracellular niche in the host. *Med Microbiol Immunol*. November **2009**. 198 (4): 221–238. doi : 10. 1007/ s0 0430-009-0123-8.
143. **Roop MR II, Caswell CC.** *Metals and the biology and virulence of Brucella*. Edition, Springer International publishing AG 017. ISBN 978-3-319-53622-4 (eBook), **2017**. 94p.
144. **Rossetti CA, Arenas-Gamboa AM, Maurizio E.** Caprine brucellosis : A. historically neglected disease with significant impact on public health. **2017**. Aug 17, 11(8): e0005692. doi : 10.1371/journal.pntd.0005692.  
Accessible En Ligne : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28817647>
145. **Saegerman C, De Waele L, Gilson D, Godfroid J, Thiange P, Limbourg B, Vo TK, Limet J, Letesson J-J, Berkvens D.** Evaluation of three serum i-ELISAs using monoclonal antibodies and protein G as peroxidase conjugate for the diagnosis of bovine brucellosis. *Vet. Microbiol*. **2004**. (100): 91-105.
146. **Sánchez Serrano LP, Ordóñez Banegas P, Díaz García MO, Torres Frías A.** Human and animal incidence of brucellosis declining in Spain. *Euro Surveill*. **2005**. 10(16).  
Accessible En ligne : <http://www.eurosurveillance.org/>
147. **Sergent E.** Fonctionnement de l'Institut Pasteur d'Algérie. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*. Juin **1939**. Tome 27, (2) : 351-378.
148. **Shey-Njila O, Daouda NE, Zoli PA, Walravens K, Gofroid J, Geerts, S.** Serological survey of bovine brucellosis in Cameroun. *Revue Élev. Méd. Vet. Pays Trop*. **2005**. (58): 139-143.
149. **Si Tayeb H, Mouhous A et Cherfaoui L M** Caractérisation de l'élevage bovin laitier en Algérie : cas de la zone de Fréha à Tizi-Ouzou. *Livestock Research for Rural Development*. **2015**. 27(7).  
Accessible En ligne : <http://www.lrrd.org/lrrd27/7/taye27128.html>
150. **Sofian M, Sheikoleslami M, Mahdaviani FA, Aghakhani A, Banifazin M, Eslamifar A, Sarmadian H, Deiri G, Ramezani A.** Low prevalence of *Brucella* agglutinins in blood donors in Central Province of Iran. *Iran Journal of Microbiology*. **2013**. 5 (1) : 24-27.
151. **Soler-Lloréns P, Qance C, Lawhon S, Al Dahouk S, Zygmunt M, Brew S, et al.** A *Brucella* spp. isolate from a Pac-Man frog (*Ceratophrys ornata*) reveals characteristics departing from classical brucellae. *Front. Cell. Infect. Microbiol*. **2016**. 6, 116 : 16p. doi : 0.3389/fcimb.2016.00116

152. **Tabet-Derraz NF, Bestaoui S, Segueni A.** Prévalence de la brucellose humaine dans une région d'élevage. *Médecine et maladies infectieuses*. **2017**. 47 (4S): S147.  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2017.03.358>
153. **Tabet-Derraz NF et Bestaoui S.** Le nouveau profil épidémiologique de la brucellose humaine. *Médecine et Maladies Infectieuses*. **2017**. 47 (4S), June., S148.  
Accessible En ligne : <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2017.03.357>
154. **Toma B, Dufour B, Saana M, Benet JJ, Shaw A, Moutou F, Louza A.** *Epidémiologie appliqué à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures*. 2ème Edition, AEEMA. **2011**. 696p.
155. **Toma B, Dufour B.** Domaines et sources d'incertitude en épidémiologie animale. *Épidémiol. et santé anim.* **2015**. 68: 5-18.
156. **Vélu H.** Rapport sur le fonctionnement du laboratoire de recherches du service de l'élevage du Maroc pendant l'année 1936. *Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*. Mars **1937**. Tome 25 (1) : 124-131.
157. **Whatmore AM, Davison N, Cloeckert A, Al Dahouk S, .** Zygmunt MS, Brew SD, Perrett LL, Koylass MS, Vergnaud G, Quance C, Scholz HC, Dick EJ Jr, Hubbard G, Schlabritz-Loutsevitch NE. *Brucella papionis* sp. nov., isolated from baboons (*Papio spp.*). *Int J Syst Evol Microbiol.* **2014**. dec 1; 64 (Pt 12): 4128. doi : 10.1099/ijms.0.065482-0.
158. **WHO (World Health Organisation).** The control of neglected zoonotic diseases. A route to poverty alleviation. Report of a Joint WHO/DFID-AHP Meeting with the participation of and OIE. *World Health Organisation*, Geneva, 20 and 21 September 2005. **2006**.  
Accessible en Ligne : <http://www.who.int/sesWHO/SDE/FOS/>
159. **WHO (World Health Organisation).** Stratégies recommandées par l'OMS contre les maladies transmissibles – prévention et lutte. *Organisation Mondiale De La Sante*. Département des maladies transmissibles. Prévention, lutte et éradication. **2015**. 49-50.

**Publication**



## RESEARCH PAPER

## OPEN ACCESS

## Serological diagnosis of brucellosis at the ruminants in Mostaganem (Algeria)

Nadra Rechidi-Sidhoum<sup>1,2</sup>, Abdellatif Niar<sup>3</sup>, Saïd Nemmiche<sup>\*1,4</sup>, Abdelkader Homrani<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Sciences and Techniques of Animal Production (LSTPA), Faculty of SNV, University of Mostaganem, Mostaganem, Algeria

<sup>2</sup>Department of Agronomy, Faculty of SNV, University of Mostaganem, Algeria

<sup>3</sup>Institut of Veterinary Sciences, University of Tiaret, Karman, Tiaret, Algeria

<sup>4</sup>Department of Biology, Faculty of SNV, University of Mostaganem, Mostaganem, Algeria

**Key words:** Ruminant, *Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, Rose bengale test, Complement fixation test

<http://dx.doi.org/10.12692/ijb/12.5.271-278>

Article published on May 30, 2018

### Abstract

Epidemiologic investigations were conducted during one year to evaluate the seroprevalence of the brucellosis at the ruminants in the region of Mostaganem. In the cattle, 3106 sampling of blood provided from 479 dairy farms was examined by means of the Rose Bengale test (RBT) and complement fixation test (CFT). The seroprevalence of global herd and individual were obtained respectively 3.34% (95% Confidence Interval [CI]: 1.73-4.95) and 0.97% (95% CI: 0.62-1.31). The rates of infection were significantly elevated in males compared to females. However, there is no significant relationship between the rates of brucellosis infection ( $p=0.66$ ) and the different zones studied. The second investigation using RBT was conducted in the rearing area of small ruminants and involved 450 sheep and 287 goats. A significantly different overall individual seroprevalence was observed between ovine races (2.22%; CI 95%: 0.86-3.58) and goats (5.23%; CI 95%: 2.65-7.80). On the other hand, at the herd level, no significant difference of overall seroprevalence was observed between these species. The order of the RBT rates are respectively 7.69% (95% CI: 1.21-14.2) for ovine races and 17.5% (95% CI: 5.72-29.3) for goats. These results showed clearly the high rates of infection at the ruminants.

\* **Corresponding Author:** Saïd Nemmiche ✉ [said.nemmiche@univ-mosta.dz](mailto:said.nemmiche@univ-mosta.dz)

# Table des matières

Sommaire

Abréviations, sigles et acronymes

Liste des tableaux.

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction.....	13
Première partie. Etude bibliographique .....	18
Chapitre I. Généralités sur l'élevage en Algérie.....	19
1. Effectifs et localisation.....	20
1.1. Bovins .....	20
1.2. Ovins et caprins .....	21
2. Races exploitées.....	21
2.1. Bovins .....	21
2.1.1. Bovins laitiers modernes .....	21
2.1.2. Bovins laitiers croisés.....	21
2.1.3. Bovins laitiers de races locales .....	21
2.2. Ovins et caprins .....	22
3. Conduite des élevages.....	22
3.1. Système intensif. ....	22
3.2. Système extensif. ....	22
3.3. Système semi-extensif.....	23
4. Bâtiment d'élevage .....	23
5. Conduite de l'alimentation.....	23
6. Conduite de la reproduction .....	23
7. Conduite de la traite .....	24

Chapitre II. Généralités sur la Brucellose .....	25
1. Définition .....	26
2. Données historiques .....	26
3. Caractéristiques de <i>Brucella</i> .....	30
3.1. Caractéristiques antigéniques et typage moléculaire .....	31
3.2. Résistance et survie des <i>Brucelles</i> .....	32
Chapitre III. Situation Géographique .....	33
1. Situation mondiale.....	34
2. Dans les pays développés .....	35
3. Dans le Bassin méditerranéen .....	35
4. En Afrique.....	36
5. Au Maghreb.....	37
6. En Algérie .....	38
6.1. Situation de la brucellose animale .....	38
6.2. Situation de la brucellose humaine .....	43
Chapitre IV. Pathogénèse et mécanisme de l'infection .....	48
1. Chez l'animal.....	49
2. Chez l'homme .....	52
Chapitre V. Manifestations cliniques et lésions.....	53
1. Chez l'animal.....	54
2. Chez l'homme .....	57
Chapitre VI. Épidémiologie des brucelloses animales.....	62
1. Brucellose bovine.....	63
2. Brucellose des petits ruminants et des camélidés .....	63
3. Brucellose des carnivores.....	64
4. Brucellose des équidés .....	64
5. Brucellose des mammifères marins.....	64
6. Brucellose des animaux sauvages.....	64

Chapitre VII. Épidémiologie de la brucellose humaine .....	65
Chapitre VIII. Transmission .....	68
1. Chez l'animal.....	69
2. Chez l'homme .....	69
Chapitre IX. Diagnostic.....	71
1. Chez l'animal.....	72
1.1. Clinique.....	72
1.2. Bactériologique .....	72
1.3. Sérologique.....	72
1.3.1. Test au rose Bengale .....	72
1.3.2. Réaction de fixation du complément .....	72
1.3.3. Méthode ELISA .....	73
1.3.4. Réaction en chaine par polymérase.....	73
1.3.5. Épreuve de l'anneau ou Ring-test.....	73
2. Chez l'homme .....	73
2.1. Clinique .....	73
2.2. Bactériologique .....	74
2.3. Sérologique.....	74
2.3.1. Epreuve au rose Bengale .....	74
2.3.2. Sérodiagnostic de Wright .....	74
2.3.3. Méthode ELISA .....	74
2.3.4. Réaction en chaine par polymérase.....	74
2.3.5. Réaction d'immunofluorescence indirecte .....	75
Chapitre X. Traitement et prophylaxie .....	76
1. Chez l'animal .....	77
1.1. Traitement.....	77
1.2. Prophylaxie .....	77

1.2.1. Prophylaxie sanitaire .....	77
1.2.2. Prophylaxie médicale .....	78
1.2. Chez l'homme .....	80
1.2.1. Traitement .....	80
1.2.2. Prophylaxie.....	80
Deuxième partie. Recherche expérimentale.....	82
Chapitre I. Matériel et méthodes.....	83
1. Présentation de la Région de l'étude .....	84
2. Populations étudiées.....	86
2.1. Chez l'animal .....	86
2.1.1. Bovins.....	86
2.1.2. Ovins et caprins.....	86
2.2. Chez l'homme.....	86
3. Prélèvements .....	87
3.1. Chez l'animal .....	87
3.2. Chez l'homme.....	87
4. Tests sérologiques .....	87
4.1. Chez l'animal .....	87
4.1.1. Test au Rose Bengale .....	87
4.1.2. Test de fixation du complément.....	88
4.1.3. Méthode ELISA-Indirect .....	88
4.2. Chez l'homme.....	88
5. Type d'enquête, période d'étude et échantillonnage.....	89
5.1. Chez l'animal .....	89
5.1.1. Typologie des élevages bovins.....	89
5.1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants.....	89
5.1.3. Evaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine .....	90

5.1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières .....	90
5.1.4.1. Définition d'un cas de brucellose .....	91
5.1.4.2. Déroulement de l'étude.....	91
5.1.4.3. Plan d'analyse.....	92
5.2. Chez l'homme.....	92
5.2.1. Evolution des cas notifiés de 1999 à 2016.....	92
5.2.2. Séroprévalence chez les personnes à risque, les patients et les donneurs de sang .....	92
5.2.2.1 Définition d'un cas de brucellose .....	93
5.2.2.2. Déroulement de l'étude.....	93
5.2.2.3. Plan d'analyse.....	93
6. Analyse statistique .....	93
6.1. Chez l'animal .....	93
6.1.1. Calcul du nombre de sujets nécessaires à l'étude.....	93
6.1.2. Calcul de la séroprévalence .....	94
6.1.3. Calcul des valeurs prédictives.....	94
6.1.4. Analyse des variables de l'enquête sur la fréquence des avortements .....	95
6.2. Chez l'homme.....	95
6.2.1. Nombre de sujets nécessaires à l'étude .....	95
6.2.2. Calcul de la séroprévalence .....	95
Chapitre II. Résultats .....	96
1. Chez l'animal.....	97
1.1. Typologie des élevages bovins.....	97
1.1.1. Répartition de la population bovine .....	97
1.1.1.1. Selon le type et la race .....	97
1.1.1.2. Répartition de la population bovine selon le nombre de troupeaux et de vaches laitières.....	98
1.1.1.3. Description du statut sanitaire et du type d'élevage. ....	99

1.1.1.4. Description de l'environnement et du type de logement.....	100
1.1.1.5. Description de la conduite de la reproduction.....	101
1.1.1.6. Description de la conduite du troupeau. ....	102
1.1.1.7. Description de la main-d'œuvre utilisée.....	103
1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants .....	104
1.2.1. Séroprévalence chez les Bovins .....	104
1.2.1.1. Séroprévalences individuelles et troupeaux .....	104
1.2.1.2. Influence du sexe.....	104
1.2.1.3. Influence de la zone d'étude .....	105
1.2.2. Séroprévalence chez les ovins et les caprins .....	105
1.3. Évaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine. ....	106
1.3.1. Séroprévalence de la brucellose bovine selon les tests utilisés .....	106
1.3.2. Valeurs prédictives positives et négatives calculées.....	106
1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières.....	107
1.4.1. Répartition de la brucellose selon les caractéristiques des troupeaux. ....	107
1.4.1.1. Répartition de la séroprévalence de la brucellose en fonction du type d'élevage et de l'agrégage sanitaire. ....	107
1.4.1.2. Répartition de la séroprévalence de la brucellose en fonction de la situation hygiénique des exploitations. ....	108
1.4.1.3. Répartition de la prévalence de la brucellose en fonction de la conduite de la reproduction. ....	109
1.4.1.4. Répartition de la brucellose selon l'origine de la contamination. ....	109
1.4.1.5. Répartition de la brucellose bovine par daïra. ....	110
1.4.1.6. Répartition de la brucellose selon les signes cliniques.....	111
1.4.1.7. Répartition de la brucellose selon le taux de troupeaux Infectés. ....	112
1.4.2. Evolution de la brucellose de 2008 à 2012 .....	113
2. Chez l'homme .....	114
2.1. Evolution des cas de brucellose notifiés de 1999 à 2016 .....	114

Chapitre III. Discussion.....	119
1. Chez l'animal.....	120
1.1. Typologie des élevages bovins.....	120
1.2. Investigations sérologiques de la brucellose chez les ruminants.....	121
1.2.1. Séroprévalence chez les Bovins.....	121
1.2.1.1. Séroprévalences individuelles et troupeaux.....	121
1.2.1.2. Influence du sexe.....	122
1.2.1.3. Influence de la zone d'étude.....	123
1.2.2. Séroprévalence chez les ovins et les caprins.....	124
1.3. Évaluation des tests sérologiques dans le sérodiagnostic de la brucellose bovine.....	125
1.3.1. Protocole.....	125
1.3.2. Echantillonnage.....	126
1.3.3. Résultats.....	126
1.3.4. Tests sérologiques.....	127
1.4. Fréquence des avortements brucelliques chez les vaches laitières.....	129
1.4.1. Réalisation de l'enquête sur le terrain.....	129
1.4.2. Prévalence.....	129
1.4.3. Avortement.....	130
2. Chez l'homme.....	130
2.1. Évolution des cas notifiés de brucellose de 1999 à 2016.....	131
2.2. Séroprévalence de la brucellose chez les personnes à risque, les patients et les donneurs de sang (d'avril à juin 2007).....	133
Conclusion.....	137
Annexes.....	140
Références.....	151
Publication.....	167
Table des matières.....	169