



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique et Populaire* N série: ...  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي  
*Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED*  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
قسم البيولوجيا الخلوية والجزئية  
*Département de biologie Cellulaire et Moléculaire.*

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques  
Spécialité : biochimie appliquée

### THEME

*Étude rétrospective de la brucellose humaine et animale  
dans la wilaya d'El Oued*

Présenté par :

Melik Ahlam

Melik Sara

Devant le jury composé de :

Président :	Dr. Maayouf Rabeh	MCA	Université d'El Oued.
Examineur :	Pr. Toumi Ikram	Pr	Université d'El Oued.
Encadreur :	Dr. Bouali Nourredine	MCA	Université d'El Oued.

Année Universitaire 2024-2025

# **REMERCIEMENTS**

*Au terme de ce travail, nous remercions Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la volonté, pour commencer et terminer ce projet.*

*Mes sincères remerciements à Dr Bouali Noureddine, Maître de conférences à l'université d'El Oued, pour avoir aidé à la réalisation de ce travail. Sa disponibilité, votre respect et votre gentillesse, et ses conseils, ses compétences scientifiques et ses qualités humaines ont été des éléments précieux pour l'avancement de mon travail. Soyez assuré, monsieur, de mon estime et de mes profonds respects.*

*Nos remerciements aux membres du jury qui ont consacré un peu de leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail.*

*Nos profonds remerciements vont également à tous les enseignants du département des sciences de la nature et de la vie, et particulièrement ceux de la spécialité de biochimie appliquée, qui ont veillé à notre formation et qui ont amélioré nos connaissances.*

*Sans oublier la promotion biochimie appliquée de 2024/2025.*

*Je tiens à remercier également Ms Saïd Adouka, chef service de prévention à DSP de la wilaya de El Oued et l'ensemble des vétérinaires de la DSA de la wilaya de El Oued. Enfin, nous tenons à remercier vivement tous ceux qui nous ont aidés à élaborer ce modeste travail.*

# ***DEDICACES***

*Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU*

*De m'avoir donné la force et le courage de mener*

*à bien ce modeste travail.*

*A mes très chers parents pour leur soutien, patience et  
leur affection. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde  
reconnaissance et de mon immense respect,*

*A ma chère tante*

*À mes chères sœurs et chers frères,*

*Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

***Ahlam***

# ***DEDICACES***

*Je dédie ce travail, comme preuve de respect, de gratitude, et*

*De reconnaissance à :*

*À mes très chers parents*

*À mes frères et À mes sœurs*

*À mon cher mari, pour la patience et le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes grâces pendant toute la durée de ce travail et à qui je voudrais exprimer mes affections et mes grâces.*

*À ma belle famille*

*À tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail*

*Merci infiniment.*

***Sara***

## Résumé

La brucellose est une maladie infectieuse hautement contagieuse, dont l'impact économique sur les filières de production animale est particulièrement important. Reconnue comme la zoonose la plus répandue à l'échelle mondiale, elle représente également une menace majeure pour la santé publique. En Algérie, la présence de la brucellose est rapportée depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle. La présente étude repose sur une enquête rétrospective couvrant une période de six ans, de 2019 à 2024. Elle s'appuie sur l'analyse des données archivées auprès de la Direction de la Santé Publique (DSP) ainsi que sur les registres vétérinaires issus de la Direction des Services Agricoles (DSA). Les résultats révèlent un total de 324 cas de brucellose animale et 1007 cas de brucellose humaine. L'incidence la plus élevée de la brucellose humaine a été enregistrée en 2022, avec un taux de 27,09 cas pour 100 000 habitants et un sex ratio homme/femme de 1,66. La tranche d'âge la plus touchée est celle des 20 à 44 ans. Sur le plan vétérinaire, la brucellose animale a été signalée dans 13 des 22 communes de la wilaya d'El Oued, avec une concentration marquée des cas dans les communes d'El Oued, Ben Guecha, Hassi Khalifa et Oued El Alenda. Le nombre annuel de cas suspects a atteint un pic préoccupant en 2022, avec 897 cas enregistrés. Sur 2168 animaux testés, 324 se sont révélés positifs, soit une séroprévalence globale de 14,9%. La majorité des cas confirmés concerne les caprins (96,4%), suivis des bovins (3,4%). Aucun cas n'a été identifié chez les ovins. Ces données confirment que la brucellose demeure un enjeu majeur de santé animale et publique dans la région. Elles soulignent la nécessité de renforcer les mesures de biosécurité, les dispositifs de surveillance épidémiologique, ainsi que les actions de sensibilisation à l'intention des éleveurs. En conclusion, les résultats obtenus démontrent une forte dynamique de propagation de la brucellose dans la région étudiée, appelant à une stratégie de lutte intégrée et soutenue.

**Mots clés :** brucellose, brucellose animale, brucellose humaine, El Oued.....

## ملخص

داء البروسيلات هو مرض معدٍ شديد العدوى، يُحدث تأثيرًا اقتصاديًا بالغًا على قطاع الإنتاج الحيواني، ويُعد من أكثر الأمراض الحيوانية انتشارًا على مستوى العالم، كما يُمثل تهديدًا كبيرًا للصحة العامة. تم الإبلاغ عن وجود هذا المرض في الجزائر منذ مطلع القرن التاسع عشر، تعتمد هذه الدراسة على مسح بأثر رجعي يغطي الفترة الممتدة من سنة 2019 إلى 2024، وترتكز على تحليل بيانات مؤرشفة لدى إدارة الصحة العمومية (DSP)، بالإضافة إلى السجلات البيطرية الصادرة عن مديرية المصالح الفلاحية (DSA)، كشفت النتائج عن تسجيل 324 حالة إصابة بداء البروسيلات الحيوانية و1007 حالة إصابة بشرية خلال الفترة المدروسة. وقد سُجلت أعلى نسبة إصابة بشرية سنة 2022، بمعدل بلغ 27.09 حالة لكل 100,000 نسمة، مع نسبة إصابة بين الذكور والإناث تُقدر بـ 1.66. كما تبين أن الفئة العمرية الأكثر تضررًا تقع بين 20 و44 سنة، من الناحية البيطرية، تم الإبلاغ عن إصابات في 13 بلدية من أصل 22 في ولاية الوادي، مع تركيز ملحوظ في بلديات: الوادي، بن قشة، حاسي خليفة وواد العلندة. وشهد عام 2022 ذروة في عدد الحالات المشتبه بها، حيث تم تسجيل 897 حالة. ومن أصل 2168 حيوانًا تم إخضاعها للفحص، تبين أن 324 منها إيجابية، مما يُعطي نسبة انتشار مصلية إجمالية قدرها 14.9%. وقد سُجلت غالبية الحالات المؤكدة في الماعز (96.4%)، تلتها الأبقار (3.4%)، دون تسجيل أي حالة إصابة في الأغنام، تؤكد هذه المعطيات أن داء البروسيلات لا يزال يشكل تهديدًا حقيقيًا للصحة الحيوانية والعامة في المنطقة، ما يستوجب تعزيز تدابير الأمن البيولوجي، وتفعيل أنظمة المراقبة الوبائية، إلى جانب إطلاق حملات توعية موجهة للمربين.

وفي الختام، تُبرز نتائج الدراسة أن داء البروسيلات يشهد انتشارًا متسارعًا في منطقة البحث، مما يتطلب وضع استراتيجية مستدامة ومتكاملة للحد من انتشاره والوقاية منه.

**الكلمات المفتاحية:** داء البروسيلات، داء البروسيلات الحيوانية، داء البروسيلات البشري، الوادي

## ***Abstract***

Brucellosis is a highly contagious infectious disease, with a particularly significant economic impact on the animal production sector. Recognized as the most widespread zoonosis worldwide, it also represents a major threat to public health. In Algeria, the presence of brucellosis has been reported since the early XIX<sup>e</sup> century. The present study is based on a retrospective survey covering a six-year period, from 2019 to 2024. It is based on the analysis of data archived by the Public Health Directorate (DSP) as well as veterinary records from the Directorate of Agricultural Services (DSA). The results reveal a total of 324 cases of animal brucellosis and 1007 cases of human brucellosis. The highest incidence of human brucellosis was recorded in 2022, with a rate of 27.09 cases per 100,000 inhabitants and a male/female sex ratio of 1.66. The most affected age group is between 20 and 44 years. On the veterinary front, animal brucellosis was reported in 13 of the 22 communes in the wilaya of El Oued, with a marked concentration of cases in the communes of El Oued, Ben Guecha, Hassi Khalifa and Oued El Alenda. The annual number of suspected cases reached a worrying peak in 2022, with 897 cases recorded. Of 2168 animals tested, 324 were positive, giving an overall seroprevalence of 14.9%. The majority of confirmed cases concerned goats (96.4%), followed by cattle (3.4%). No cases were identified in sheep. These data confirm that brucellosis remains a major animal and public health issue in the region. They underline the need to reinforce biosecurity measures, epidemiological surveillance systems and awareness-raising campaigns aimed at farmers. In conclusion, the results obtained demonstrate a strong dynamic in the spread of brucellosis in the region studied, calling for an integrated and sustained control strategy.

**Keywords:** brucellosis, animal brucellosis, human brucellosis, El Oued.....

## Liste des abréviations

- A : abortus
- ADN : Acide Désoxyribonucléique.
- AMOS : Désigne les espèces B. abortus, B. melitensis, B. ovis, B. suis.
- B : Brucella
- BCSP31 : Protéine immunogénique de 31 kDa de Brucella melitensis .
- BCV : Brucella-Containing Vacuole
- Brucella spp : Terme générique pour les sous-espèces de Brucella
- BvrR: Response Regulator
- BvrS : Sensor Histidine Kinase
- °C : Degré Celsius.
- CET : Complément – Épreuve de fixation
- Cm : Centimètre.
- CO<sub>2</sub> : Dioxyde de Carbone.
- DSA Direction des Services Agricoles
- EDTA : Acide Éthylènediaminetétraacétique.
- ELISA : *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*
- ER : Réticulum Endoplasmique
- FPA : Fluorescence Polarization Assay
- gène rrs-rrl : Gènes codant pour les ARNr 16S, 23S et 5S (ribosomaux)
- I-ELISA: Indirect Enzyme-Linked Immunosorbent Assay

- IS711 : Séquence d'insertion associée du genre Brucella.
- J.-C : Jésus-Christ.
- LFA : Lateral Flow Assay
- LPS : Lipopolysaccharide
- M : melitensis.
- Mb : Mégabases : (1 Mb = 1 million de paires de bases).
- mm : Millimètre.
- MLSA : Multilocus Sequence Analysis.
- MLVA: Multiple Locus Variable-number tandem repeat Analysis.
- OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale.
- Omp2 : Protéine de la Membrane Externe
- PCR : Polymerase Chain Reaction.
- Rev1 : Vaccin vivant atténué contre Brucella melitensis
- SAT : Standard Agglutination Test
- SEMEP : Service d'Épidémiologie et de Médecine Préventive.
- T4S: Type IV Secretion System.
- TLR4: Toll-Like Receptor 4.
- WAHIS: World Animal Health Information System.
- µm : Micromètre.

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Classification taxonomique de genre brucella	04
2	Espèces et biovars de Brucella, hôtes préférentiels et pathogénicité pour l'homme.	05
3	Différentiation des biovars des espèces du genre Brucella et ses caractères biochimiques	09
4	Répartition de l'infection brucellique en fonction de l'âge des patients	50

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Coloration de Gram de brucella	<b>07</b>
<b>2</b>	Bovin présentant un hygroma	<b>15</b>
<b>3</b>	Carte thermique de l'incidence humaine de brucellose	<b>19</b>
<b>4</b>	Carte thermique du nombre de foyers de brucellose animale	<b>20</b>
<b>5</b>	Transmission de Brucella à l'homme	<b>22</b>
<b>6</b>	Colonies de Brucella dans la gélose au sang	<b>27</b>
<b>7</b>	Test de rose de bengale	<b>30</b>
<b>8</b>	Carte représentant la localisation d'El Oued en Algérie	<b>38</b>
<b>9</b>	Carte géographique de commune de la wilaya d'El oued	<b>39</b>
<b>10</b>	Répartition annuelle des cas de la brucellose animale dans la wilaya d'El Oued (2019 – 2024)	<b>41</b>
<b>11</b>	Répartition géographique des cas de la brucellose animale dans la wilaya d'El Oued (2019-2024)	<b>43</b>
<b>12</b>	Répartition de la séroprévalence de la brucellose animale selon le type de l'animal dans la province d'El-Oued de 2019 à 2024	<b>45</b>
<b>13</b>	Répartition annuelle de la brucellose humaine dans la wilaya d'El Oued (2019-2024)	<b>47</b>
<b>14</b>	Répartition de pourcentage d'infection de brucellose humaine par commune durant (2019-2024)	<b>49</b>
<b>15</b>	Répartition de l'infection brucellique en fonction de l'âge des patients (2024-2019)	<b>51</b>
<b>16</b>	Répartition de l'infection brucellique en fonction de sexe des patients	<b>52</b>
<b>17</b>	Évolution du taux l'incidence de brucellose humaine et des infections animales (2019–2024)	<b>53</b>

## Sommaire

<i>REMERCIEMENTS</i> .....	1
<i>DEDICACES</i> .....	2
<i>DEDICACES</i> .....	3
<i>Résumé</i> .....	4
<i>المخلص</i> ..... خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة.	
<i>Abstract</i> .....	6
<i>Liste des abréviations</i> .....	7
<i>Liste des tableaux</i> .....	9
<i>Liste des figures</i> .....	10
<i>Sommaire</i> .....	11
<i>Introduction</i> .....	14
<i>Partie bibliographique</i> .....	
<i>CHAPITRE I:Généralité sur la brucellose</i> .....	
<i>I.1. Historique de la découverte de la brucellose</i> : .....	2
<i>I.2. DEFINITION</i> .....	3
<i>I.3. Synonyme</i> .....	3
<i>I.4. Espèce affectée</i> .....	3
<i>I.5. Étude de l'agent causal</i> : .....	4
<i>I.5. 1. Classification taxonomique de Brucella</i> .....	4
<i>I.5.2. Caractères morphologiques</i> :.....	6
<i>I.5.4. Caractères culturales et métaboliques des Brucella</i> : .....	7
<i>I.5.5. Pouvoir pathogène</i> : .....	10
<i>I.5.6. Pouvoir antigène</i> : .....	11
<i>I.5.7. Pouvoir immunogène</i> : .....	11

<i>I.6.1. Étude clinique</i> .....	12
<i>I.6.1.1. Pathogénie</i> :.....	12
<i>I.6.1.2. Symptômes</i> .....	13
<i>I.6.1.3. Lésions</i> :.....	17
<i>I.6.2. Épidémiologie</i> :.....	18
<i>I.6.2.1. Répartition géographique</i> :.....	18
<i>I.6.2.2. Sources de contamination</i> :.....	20
<i>I.6.2.3. Modes de transmission</i> :.....	21
<i>I.6.2.4. Voies de pénétration</i> :.....	22
<i>I.7. Condition de l'infection</i> : .....	23
<i>I.7 .1. Chez Animale</i> : .....	23
<i>I.7 .2 . Chez homme</i> :.....	24
<i>I.8. Diagnostic</i> :.....	25
<i>I.8.1. Diagnostic épidémio-clinique</i> :.....	25
<i>I.8.2. Diagnostic de laboratoire</i> :.....	25
<i>I.8.2.1. Méthodes directes (Bactériologique)</i> :.....	26
<i>I.8.2. 2. Diagnostic par biologie moléculaire (PCR)</i> :.....	27
<i>I.8.2.3. Diagnostic sérologique</i> :.....	29
<i>I.8.2.4. Diagnostic allergique</i> .....	33
<i>I.8.2.5. Diagnostic différentiel</i> .....	33
<i>I.9. Traitement</i> : .....	34
<i>I.9.1. En médecine vétérinaire</i> :.....	34
<i>I.9.2. En médecine humaine</i> :.....	34
<i>I.10. Prophylaxie</i> : .....	34
<i>I.10.1. Mesures de lutte contre la Brucellose animale</i> :.....	34
<i>I.10.1.1. Prophylaxie médicale</i> : .....	34
<i>I.10.1.2. Sanitaire</i> : .....	35

<i>I.10.2. Mesures de lutte contre la Brucellose humaine :</i> .....	36
<i>Partie expérimentale</i> .....	
<i>Matériel et Méthodes</i> .....	
<i>I. Matériel et Méthodes</i> .....	38
<i>I.1. Description de la zone d'étude</i> .....	38
<i>I.2. Lieu et période d'étude</i> .....	39
<i>I.3. Méthodes</i> .....	39
<i>I.3.1. Traitement statistique</i> .....	40
<i>I.4. Limites</i> .....	40
<i>II. Résultats et discussion</i> .....	
<i>II.1. Brucellose animale</i> .....	41
<i>II.1.1. Répartition annuelle des cas de la brucellose animale de 2019 à 2024 dans la wilaya d'El Oued</i> .....	41
<i>II.1.2. Répartition des cas de brucellose animale dans la wilaya d'El Oued par commune (2019 – 2024)</i> .....	43
<i>II.1.2. Répartition selon les espèces animales (bovines, ovines et caprines) des cas de la brucellose dans la wilaya d'El Oued (2019 – 2024)</i> .....	45
<i>II.2. Brucellose humaine :</i> .....	47
<i>II.2.1. Répartition annuelle des cas de la brucellose humaine la wilaya d'El Oued (2019-2024)</i> .....	47
<i>II.2.2. Répartition des cas de brucellose humaine par commune durant (2019-2024)</i> .....	49
<i>II.2.3. Répartition de l'infection brucellique en fonction de l'âge des patients dans la wilaya d'El Oued (2019-2024)</i> .....	50
<i>II.2.4. Répartition de la brucellose selon le sexe des patients :</i> .....	52
<i>II.2.5. Comparaison entre l'infection par brucellose chez l'homme et chez l'animale pendant 2019/2024 :</i> .....	53
<i>CONCLUSION</i> .....	57
<i>Références bibliographies</i> .....	61

# ***Introduction***

## **INTRODUCTION**

La brucellose est une maladie hautement contagieuse, dont l'impact économique sur le développement des industries animales est considérable (**Benkirane, 2001**). Par ailleurs, étant considérée comme la zoonose la plus répandue dans le monde, elle représente une menace sérieuse pour la santé humaine (**OMS, 2000**). Elle se transmet par contact direct avec les animaux, ou par la consommation de produits contaminés crus d'origine animale (en particulier le lait et les produits laitiers).

En effet, d'après le rapport du ministère de la santé et de la population, Au cours de l'année 2023, On note une augmentation importante du taux d'incidence des zoonoses, la brucellose présente (56,88 %) des maladie zoonotique ; Le taux d'incidence de la brucellose a augmenté, il est passé de 17,71 à 21,31 cas pour 100.000 habitants en 2023 ; La maladie tend ainsi à s'étendre avec notamment des flambées épidémiques plus importantes, dans des wilayas comme EL Bayadh, Djelfa et Tébessa. Comme pour toute maladie infectieuse, la surveillance et l'éradication de la maladie exige une synergie entre les services de la santé animale et les services de la santé humaine. (**L'I.N.S. P, 2023**)

La wilaya d'El Oued, déjà confrontée à cette maladie il y a une vingtaine d'années dans un contexte professionnel lié à l'élevage, représente un territoire à risque. Dans ce cadre, notre travail a pour principal objectif de réaliser une étude statistique rétrospective de la brucellose humaine et animale dans la wilaya d'El Oued, couvrant la période 2019–2024.

En ce sens, nous avons mis en œuvre cette étude dans la wilaya d'El Oued , pour contribuer à caractériser cette maladie, par l'étude de son évolution et par le calcul de la prévalence annuelle des cas déclarés de cette maladie chez l'Homme et l'animal dans les différentes communes de la wilaya. De plus, elle examinera les facteurs de risque tels que l'âge, le sexe. Notre travail comprend deux parties, la première est une synthèse des connaissances bibliographiques porte sur l'étude de la brucellose animale et humaine. La deuxième partie correspond à notre étude réalisée au niveau de la direction des services agricoles (DSA) et le service d'épidémiologie et de médecine préventive (SEMEP) de la wilaya d'El Oued

## *Partie bibliographique*

# ***CHAPITRE I***

## ***Généralité sur la brucellose***

### I.1. Historique de la découverte de la brucellose :

La brucellose a des racines historiques lointaines que nous n'aurons sans doute jamais fini d'explorer. Ainsi, des recherches paléontologiques suggèrent qu'en Afrique, un australopithèque, dont le squelette est vieux de plus de deux millions d'années, était déjà atteint d'une déformation vertébrale brucellique. Dès l'Antiquité, la maladie affectait les populations humaines en Égypte, Jordanie et Palestine, probablement liée à la domestication des caprins et ovins. Des preuves archéologiques dans les villes romaines d'Herculanum et Pompéi (ensevelies en 79 apr. J.-C.) révèlent la présence de *Brucella* : des traces de la bactérie ont été identifiées dans un fromage fossilisé, tandis que 17 % des squelettes exhumés présentaient des signes de spondylite brucellienne. Au Moyen Âge, l'analyse ADN d'ossements atteste sa présence en Albanie, Espagne et Norvège (**Jouan, 2016**). Donc, La première description clinique fiable de la brucellose a été réalisée par Allen Jeffery Marston en 1859 (**Tazerart et al. 2022**).

. C'est en 1887 que le médecin capitaine Bruce a isolé l'agent causal de la fièvre de Malte et cette nouvelle bactérie est désignée sous le nom de *Micrococcus melitensis*. (**Lefevre, 2003**). En 1897, c'est Bang, un vétérinaire Danois, qui a isolé, d'un avorton bovin, un bacille qui a été nommé « bacille de Bang », et qui s'avéra par la suite être l'agent responsable de l'avortement contagieux des vaches (**Lefevre, 2003**). En 1897, Wright a démontré la présence d'anticorps agglutinants dans le sérum des malades, c'est le premier test diagnostique sérologique qui porte son nom : réaction d'agglutination de Wright (**Dedet ,2007**). En 1905, que Zammit, un médecin Maltais membre de la commission officielle créée pour étudier cette maladie, a démontré le rôle de la chèvre comme réservoir animal du germe. (**Lefevre, 2003**). En 1957, Elberg et Faunce ont développé la première souche vaccinale vivante atténuée, *B. melitensis* Rev1 (**Dedet ,2007**).

La brucellose en Algérie a été identifiée dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec les premières observations cliniques rapportées par Cochez (1895) à Alger et Legrain (1899) dans la vallée de la Soummam. La confirmation bactériologique de la maladie, initialement détectée chez l'humain, fut établie ultérieurement par Gillot au début du XX<sup>e</sup> siècle. Les recherches systématiques débutèrent en 1907 sous l'impulsion de Sergent et ses collaborateurs, révélant une prévalence élevée de l'infection chez les caprins (notamment les chèvres maltaises) et d'autres animaux domestiques. Ces travaux motivèrent l'adoption des premières mesures prophylactiques par les

autorités coloniales, notamment l'interdiction d'importer des animaux en provenance de Malte (1911). Entre 1911 et 1956, des études épidémiologiques confirmèrent l'endémicité de la brucellose dans toutes les régions algériennes (Oran, Alger, Constantine, Hoggar). L'origine de la maladie fut attribuée à l'importation de bétail maltais et espagnol dans le nord du pays, ainsi qu'aux échanges transfrontaliers avec le Maroc et le Mali, comme le suggèrent les travaux de Mignot (1940) sur les caravanes maliennes dans le Hoggar. Ces données historiques soulignent l'ancrage ancien de la brucellose en Algérie et les défis sanitaires liés aux pratiques d'élevage et aux mouvements transsahariens (**Khettab et al. 2010**).

### **I.2. DEFINITION**

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**). La brucellose est une maladie à déclaration obligatoire chez les espèces bovines, ovines, caprines et camelines. 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 inexistants (**JORA, 2006**). 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**).

### **I.3. Synonyme**

La brucellose est une maladie connue sous plusieurs noms : fièvre de Malte, fièvre méditerranéenne, fièvre de Gibraltar et comme fièvre rémittente et ondulante. Comme c'est une maladie endémo-épidémique, polymorphe et répandue, de multitudes noms lui furent appropriés comme mélitococcie, fièvre de Chypre, fièvre sudoro-algique, fièvre caprine, fièvre folle, septicémie de Bruce, maladie de Bang et typhose mélitococcie (**Ouared, 1997**).

### **I.4. Espèce affectée**

La maladie est répandue dans le monde entier et touche les bovins, les porcs, les moutons, les chèvres, les camélidés, les chiens et parfois les chevaux. Les infections à *Brucella* ont également été documentées dans le monde entier chez une grande variété d'espèces sauvages et,

plus récemment, chez des mammifères marins (Wernery, 2014) Les humains sont des hôtes accidentels de *Brucella* et sont principalement infectés par contact direct avec des animaux infectés, par inhalation d'agents aéroportés ou par ingestion de produits laitiers contaminés. (Godfroid et al. ,2013)

### I.5. Étude de l'agent causal :

#### I.5. 1. Classification taxonomique de *Brucella*

La classification taxonomique du genre *Brucella*. Cette présentation, fondée sur les travaux de Ficht (2010).

**Tableau 1** : classification taxonomique de genre brucella

Rang taxonomique	Classification
Domaine	Bacteria
Embranchement	Proteobacteria
Classe	Alphaproteobacteria
Ordre	Rhizobiales
Famille	Brucellaceae
Genre	<i>Brucella</i>

## CHAPITRE I : Généralité sur la brucellose

Brucella est « une grande famille » de bactéries, divisée en plusieurs espèces, pouvant elles-mêmes se subdiviser en plusieurs biovars (tableau 2). Chaque espèce a un ou plusieurs réservoirs animaux préférentiels, Au-delà de ces réservoirs habituels, le spectre du pouvoir pathogène des différentes espèces de Brucelles est très large. Chaque espèce peut infecter marginalement des hôtes moins spécifiques (**Kurmanov et al., 2022**). Les espèces et biovars de Brucella communément associés aux maladies humaines comprennent *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis* (biovars 1, 3, 4), et *B. inopinata*, tandis que *B. canis* et *B. ceti* sont occasionnellement impliqués dans des infections humaines (**Liu, 2015**).

**Tableau 2 :** Espèces et biovars de Brucella, hôtes préférentiels et pathogénicité pour l'homme selon (**Godfroid et al. 2010 ; Kurmanov et al. 2022**).

Espèce	Biovar(s)	Morphologie des colonies	Hôte(s) préférentiel(s)	Pathogénicité humaine
<i>B. melitensis</i>	1–3	Lisse	Mouton, chèvre chameaux	Élevée
<i>B. abortus</i>	1–6, 9	Lisse	Bovins	Élevée
<i>B. suis</i>	1, 3	Lisse	Porc	Élevée
	2		Sanglier, lièvre	Modérée
	4		Renne, caribou	Élevée
	5		Rongeurs	Aucune
<i>B. neotomae</i>	–	Lisse	Rat kangourou du désert	Modérée
<i>B. ovis</i>	–	Rugueuse	Mouton	Aucune
<i>B. canis</i>	–	Rugueuse	Chien	Modérée
<i>B. ceti</i>	–	Lisse	Cétacés (baleines, dauphins)	Modérée
<i>B. pinnipedialis</i>	–	Lisse	Phoques, morses	Modérée

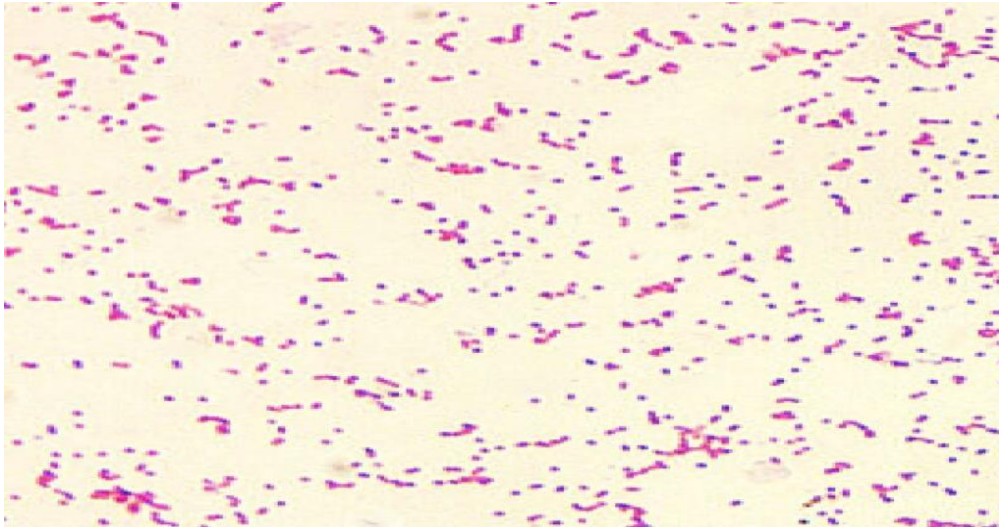
## CHAPITRE I : Généralité sur la brucellose

---

<i>B. microti</i>	–	Lisse	Campagnols, renards, sol	Données insuffisantes
<i>B. inopinata</i>	–	Lisse	Humain (rare)	Modérée
<i>B. papionis</i>	–	Lisse	Babouin	Données insuffisantes
<i>B. vulpis</i>	–	Lisse	Renard roux	Données insuffisantes

### I.5.2. Caractères morphologiques :

Les brucellae sont des coccobacilles à Gram négatif (bâtonnets courts) mesurant environ 0,6 à 1,5  $\mu$  m sur 0,5-0,7  $\mu$  m. Elles ne se sporulent pas et sont dépourvues de capsules ou de flagelles et ne pas mobiles. La membrane cellulaire externe ressemble beaucoup à celle d'autres bacilles à Gram négatif (**Alton & Forsyth, 1996**). Se présentent individuellement, plus rarement en paires, en chaînes courtes ou en petites grappes. Ils ne présentent pas habituellement de coloration bipolaire. Ils ne sont pas acido-résistants mais peuvent résister à la décoloration par les acides faibles (**Corbel & Morgan, 1982**) avec un composant lipopolysaccharide (LPS) dominant et trois groupes principaux de protéines. La teneur en guanine plus cytosine de l'ADN est de 55 à 58 moles/cm. Aucune espèce de *Brucella* ne s'est avérée héberger naturellement des plasmides, bien qu'elles acceptent facilement des plasmides à large spectre d'hôtes. (**Alton & Forsyth, 1996**). Le génome de la souche *B. melitensis* 16M comprend deux chromosomes circulaires de 1,15 et 2,1 Mb. Cette organisation se retrouve chez la plupart des espèces, à l'exception de *B. suis* biovar 3 qui ne possède qu'un seul chromosome circulaire de 3,2 Mb (**Tazerart et al. 2022**).



**Figure 1 :** Coloration de Gram de brucella (Hayoun et *al.*,2023).

### **I.5.3. Caractères biologiques :**

La majorité des brucelloses sont des maladies caractéristiques des mammifères placentaires. En effet ; les espèces : *Brucella abortus* et *Brucella melitensis* ont un tropisme placentaire ce qui entraîne un avortement chez les femelles gestantes (**Crespo Léon & Ferri, 2003**).

Par ailleurs, chaque espèce a un ou plusieurs hôtes de prédilection, mais cette spécificité d'hôtes est très large donc il peut y avoir un passage entre deux espèces animales différentes mais pas toujours dans les deux sens (Fournier, 2014). Les *Brucella* possèdent une résistance importante dans le milieu extérieur qui contribue à la transmission indirecte de l'infection. En effet ; ils tolèrent mieux le froid, l'humidité, l'obscurité et l'alcalinité (**Bezzaoucha, 2004**). Ces bactéries, au développement intracellulaire facultatif, échappent à la phagocytose en se répliquant au sein des macrophages sans lyser leurs cellules hôtes, favorisant une infection chronique (**Fournier, 2014**).

### **I.5.4. Caractères culturales et métaboliques des *Brucella* :**

Les *Brucella* sont des bactéries aérobies strictes, mais certaines souches se développent mieux en présence de 5 à 10% de CO<sub>2</sub>, telles que *Brucella abortus* et *Brucella ovis*. Elles ont une

température optimale de croissance de 34° C, mais peuvent se développer entre 20 et 40° C sur un milieu approprié. Le pH indispensable pour leur croissance varie entre 6,6 et 7,4 (**Bounaadja, 2010**). La culture est réalisée sur milieux enrichis. Les échantillons sont inoculés sur des géloses trypticase-soja ou sur des milieux d'hémoculture (**Riedel et al., 2019**). Pour les isoler à partir d'échantillons contaminés, il est nécessaire d'utiliser des milieux sélectifs (**Bounaadja, 2010**). Les colonies de *Brucella* deviennent visibles sur des milieux solides appropriés en 2 à 3 jours. Les colonies des souches lisses sont petites, rondes et convexes, mais la dissociation, avec perte des chaînes O du LPS, se produit facilement pour former des variantes rugueuses ou mucoïdes. Ces dernières formes sont naturelles chez *B. canis* et *B. ovis*, car les LPS de ces derniers sont dépourvus de chaînes O (**Alton & Forsyth, 1996**).

Les *Brucella* sont des bactéries catalase positive, oxydase positive. La plupart des souches isolées en pathologie humaine produisent de l'uréase (**Tazerart et al. 2022**). Les *Brucellae* utilisent des hydrates de carbone mais ne produisent ni acide ni de gaz en quantités suffisantes pour être classées. L'hydrogène sulfuré est produit par de nombreuses souches, et les nitrates sont réduits en nitrites (**Riedel et al., 2019**). En raison d'une faible réactivité biochimique, l'identification de ces bactéries par les méthodes phénotypiques habituelles est difficile. De plus, l'utilisation de galeries d'identification de type API-NE peut conduire à une fausse identification de *Moraxella phenylpyruvica* (**Tazerart et al., 2022**). Les *Brucellae* sont modérément sensibles à la chaleur et à l'acidité. Elles sont tuées dans le lait par la pasteurisation. (**Riedel et al., 2019**).

## CHAPITRE I : Généralité sur la brucellose

**Tableau 3** : Différentiation des biovars des espèces du genre *Brucella* et ses caractères biochimiques d' après. (Bounaadja, 2010).

Espèce	Biovar	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Uréase	Croissance en présence de colorant Thionine	Croissance en présence de colorant Fuchsine	Sérum A <sup>h</sup>	Sérum M <sup>h</sup>	Sérum R <sup>h, i</sup>
<b>B. melitensis</b>	1	-	-	+	+	+	-	+	-
	2	-	-	+	+	+	+	-	-
	3	-	-	+	+	+	+	+	-
<b>B. abortus</b>	1	+b	+	+g	-	+	+	-	-
	2	+b	+	+	-	-	+	-	-
	3	+b	+	+	+	+	+	-	-
	4	+b	-	+	-	+c	-	+	-
	5	-	-	+	+	+	-	+	-
	6	-	+	+	+	+	+	-	-
	9	+ ou -	-	+	+	+	-	+	-
<b>B. suis</b>	1	-	+	+	+	- d	+	-	-
	2	-	-	+	+	-	+	-	-
	3	-	-	+	+	+	+	-	-
	4	-	-	+	+	-c	+	+	-
	5	-	-	+	-	-	-	+	-
<b>B. neotomae</b>	-	+	+	+	- f	-	+	-	-
<b>B. ovis</b>	-	+	-	-	-	-c	-	-	+
<b>B. canis</b>	-	-	-	+	+	-c	-	-	+
<b>B. ceti</b>	-	-	-	+	+	+	+	- e	-
<b>B. pinnipedialis</b>	-	+	-	+	+	+	+	- e	-
<b>B. microti</b>	-	-	-	+	+	+	-	+	-

- <sup>a</sup> : Concentration finale du colorant : 20 µg/ml.
- <sup>b</sup> : En général positif lors de l'isolement primaire.
- <sup>c</sup> : Quelques souches ne croissent pas.
- <sup>d</sup> : Quelques souches résistantes à la fuchsine ont été isolées.
- <sup>e</sup> : Négatif pour la plupart des souches.
- <sup>f</sup> : Croissance à la concentration de 10 µg/ml de thionine.
- <sup>g</sup> : La souche 544 (*B. abortus* biovar 1) et quelques souches de terrain sont négatives.
- <sup>h</sup> : A : sérum anti-*Brucella* obtenu à partir de *B. melitensis*, M : sérum anti-*Brucella* obtenu à partir de *B. abortus*.
- <sup>i</sup> : R : sérum anti-*Brucella* en phase R. *B. canis* et *B. ovis* possèdent naturellement un phénotype rugueux (R-LPS) et les autres espèces possèdent à l'état sauvage un phénotype lisse (S-LPS).

#### I.5.5. Pouvoir pathogène :

Brucellae sont des pathogènes intracellulaires facultatifs (**Wareth et al. 2020**)

Les bâtonnets de *Brucella* peuvent pénétrer dans les cellules de l'hôte par inhalation, ingestion, abrasion de la peau ou des muqueuses. Après avoir pénétré dans l'hôte, (**Glowacka et al.,2018**). Ils peuvent échapper à la reconnaissance de l'immunité innée et éviter la destruction intracellulaire (**Wareth et al. 2020**), ils se multiplient dans les ganglions lymphatiques ; ils pénètrent ensuite dans d'autres organes. *Brucella* peut modifier la réponse immunitaire dans les cellules de l'hôte ; elle a une affinité pour les cellules de tissus spécifiques, par exemple le trophoblaste placentaire dans le poumon du fœtus, les femelles enceintes ou le système reproducteur. La brucellose provoque une hypertrophie des ganglions lymphatiques, du foie et de la rate (**Glowacka et al.,2018**). La virulence et la pathogénèse de *Brucella* spp sont principalement associées à leur survie et à leur réplication à l'intérieur des cellules hôtes, y compris les cellules phagocytaires (**Wareth et al. 2020**), et non phagocytaires comme les fibroblastes, les cellules épithéliales notamment trophoblastiques (**Ponsard et al., 2020**).

Les principaux facteurs de virulence de brucella sont : le lipopolysaccharide (LPS), le système de sécrétion T4SS et le système BvrR/BvrS, qui permettent l'interaction avec la surface de la cellule hôte, la formation d'une BCV (Brucella Containing Vacuole) précoce et tardive et l'interaction avec le réticulum endoplasmique (ER) lorsque la bactérie se multiplie (**Glowacka et al.,2018**).

#### **I.5.6. Pouvoir antigène :**

Il existe deux catégories d'antigènes dans le genre Brucella

##### 1. Les antigènes issus de la membrane cellulaire :

Il s'agit des antigènes portés par le lipopolysaccharide (LPS) qui comporte des déterminants spécifiques A (Abortus) et M (Melitensis) quand il provient de Brucelles en phase lisse S (LPS-S) et un déterminant spécifique R pour (LPS-R) de Brucella en phase R. Les Brucelles présentent une unicité antigénique entre les espèces ; on peut ainsi déterminer l'espèce qui peut être « A ou M déterminant », et « A et M équivalent ». (**Bourdeau, 1997**).

##### 2. Les antigènes intracellulaires Ils sont obtenus après lyse de la bactérie :

L'immunoélectrophorèse donne ensuite des arcs de précipitation caractéristiques permettant d'identifier du genre Brucella (**Bourdeau, 1997**).

Le genre Brucella possède des antigènes en commun avec d'autres bactéries comme Yersinia, Vibrio, Campylobacter, ce qui explique les problèmes de réactions sérologiques croisées. Les antigènes de Brucella sont immunogènes. En effet, la présence d'antigène entraîne la production d'anticorps par l'organisme que l'on peut révéler par sérologie à partir de 30 jours à 3-6 mois après l'infection (**Habamina, 2008**).

#### **I.5.7. Pouvoir immunogène :**

Le LPS, l'antigène majeur de Brucella ; est le responsable de l'induction de l'induction de réponse immunitaire chez les animaux. Cette immunité est à la fois humorale et à médiation cellulaire. La réponse humorale est identique chez toutes les espèces animales infectées (**Khettab et al.,2010 ; Araitahabano, 2013**), elle est dirigée principalement contre le LPS bactérien, ces anticorps anti-LPS induisent une lyse bactérienne par la voie classique du complément. La réponse cellulaire est dirigée exclusivement contre des protéines bactériennes. L'immunité à médiation cellulaire est essentielle pour la défense de l'organisme contre l'infection. Cependant, la brucellose se présente parfois comme une maladie d'évolution prolongée, avec des rechutes fréquentes Malgré

un traitement antibiotique adapté et des « réactivations » toujours possibles à partir d'un foyer jusque-là quiescent. La persistance intramacrophagique des *Brucella* entraîne un État d'hypersensibilité retardée participant aux effets de la brucellose tertiaire ou chronique (**Taleb, 2017**). Un grand nombre d'études en immunologie ont montré que les protéines de la membrane externe de *Brucella* (OMP) sont très immunogènes et qu'elles constituent potentiellement de nouvelles sous-unités vaccinales et de nouveaux antigènes diagnostiques pour la brucellose. (**Yin et al. 2021**)

## **I.6. Étude clinique et épidémiologique**

### **I.6.1. Étude clinique**

#### **I.6.1.1. Pathogénie :**

##### **a. Chez les animaux :**

*Brucella* pénètre dans l'organisme hôte par la peau traumatisée (plaies) ou par l'air jusqu'aux muqueuses sous forme d'aérosol (**Coloma-Rivero et al.,2021**). Après avoir pénétré dans l'organisme par les muqueuses orales, naso-pharyngées, génitales, conjonctivales, *Brucella* franchit la barrière épithéliale, induisant une réponse inflammatoire locale. L'infection se propage ensuite aux nœuds lymphatiques régionaux via la voie lymphatique, où les bactéries peuvent persister durant de longues périodes. Si l'élimination par les défenses de l'hôte échoue à ce stade, les *Brucella* disséminent par voie sanguine, atteignant divers tissus, notamment les organes lymphoïdes, les organes génitaux et les tissus nerveux. Chez les femelles gestantes, la croissance de *Brucella* abortus est particulièrement favorisée par l'érythritol, un composé produit en fortes concentrations dans le placenta et les liquides fœtaux, expliquant ainsi la prédilection de l'infection pour ces tissus (**Godfroid et al. 2003**).

##### **b. Chez l'Homme :**

La pathogénèse de la brucellose est complexe et implique l'invasion bactérienne des cellules de l'hôte, l'évasion immunitaire et les infections chroniques. *Brucella* pénètre de manière unique

et persiste dans les cellules de l'hôte, telles que les macrophages, et utilise des stratégies pour contourner les défenses immunitaires de l'hôte, ce qui conduit à une infection prolongée. *Brucella* est un pathogène intracellulaire habile qui peut survivre et se répliquer dans les cellules de l'hôte, échappant ainsi au système immunitaire. Elles inhibent la phagocytose, réduisent l'activité bactéricide de, diminuent les réactions endotoxiques et entravent la présentation de l'antigène. La pathogenèse de *Brucella* s'étend à sa survie et à sa multiplication dans les cellules phagocytaires et non phagocytaires, à sa capacité à manipuler les processus des cellules hôtes, à perturber la fonction phagocytaire, à inhiber la phagocytose et à empêcher l'apoptose des cellules hôtes. Il module la réponse immunitaire de l'hôte en ciblant les voies de signalisation impliquées dans l'immunité innée, comme la dégradation de l'adaptateur de signalisation MAL du TLR. La capacité d'adaptation de *Brucella* à divers environnements, notamment l'eau, le sol, les produits laitiers et la viande, contribue également à sa pathogenèse et à sa transmission (**Qureshi et al., 2023**).

### I.6.1.2. Symptômes

#### a. Brucellose animale :

Chez les animaux, la brucellose comprend trois phases :

Le début de l'infection ou période d'incubation, lorsque *Brucella* envahit l'hôte sans aucun symptôme clinique.

La phase aiguë, lorsque les bactéries se répliquent activement et que l'infection reste inapparente dans la plupart des cas ou que les premiers signes pathologiques apparaissent.

La phase chronique, au cours de laquelle les charges bactériennes atteignent un plateau avant de diminuer et que des symptômes cliniques sporadiques deviennent visibles, caractérisée principalement par des signes cliniques au niveau du système reproducteur et, secondairement, par des atteintes systémiques extra-génitales (**Khairullah et al., 2024**).

### Symptômes génitaux

Chez les femelles, les symptômes génitaux incluent l'avortement tardif, la rétention placentaire, des métrites, et, dans certains cas, la naissance de petits faibles ou mort-nés, Endométrite , La majorité des femelles infectées n'avortent qu'une fois ; la perturbation de la fertilité est souvent transitoire, une diminution considérable de la production de lait tout au long de la vie de l'animal ; les mamelles infectées sont souvent permanentes, en particulier chez les vaches et les chèvres, et l'organisme est continuellement excrété dans le lait (**Khairullah et al., 2024**) . Les manifestations les plus fréquentes de l'infection chez le male sont l'épididymite sévère et la prostatite. Pendant la phase aiguë, l'épididyme augmente de volume et s'accompagne de douleurs et de la présence de liquide séro-sanguin dans la tunique. Le léchage fréquent du scrotum provoque un œdème et une dermatite qui se contamine souvent par des staphylocoques non hémolytiques. L'épididyme diminue de taille dans la phase chronique et devient dur, et les testicules présentent souvent une atrophie. L'orchite est peu fréquente et cas de nécrose testiculaire avec dermatite ulcéreuse du scrotum

En général, les mâles deviennent stériles ou non, ils peuvent continuer à excréter des bactéries dans le liquide séminal .L'épididymite se développe généralement environ 5 semaines après l'infection et la présence de neutrophiles et de macrophages dans le sperme ainsi que des signes de tératospermie avec des spermatozoïdes montrant des signes de déperdition. L'épididymite se développe généralement vers 5 semaines après l'infection et la présence de neutrophiles et de macrophages dans le sperme ainsi que des signes de tératospermie avec des spermatozoïdes présentant des acrosomes déformés, des parties médianes gonflées et des gouttelettes protoplasmiques retenues, sont également détectés à peu près à ce stade sur le site . Chez les chiens présentant une atrophie testiculaire bilatérale, l'azoospermie est fréquente (**Bernardino et al., 2021**)

### Symptômes extra-génitaux :

De nombreux symptômes extra-génitaux ont été rapportés. Parmi ceux-ci, on trouve l'arthrite, les hygromas, l'hépatomégalie, la splénomégalie, la lymphadénite, et des lésions suppuratives localisées dans différents tissus (Megid et al., 2010). Chez certaines espèces, comme les chiens, des atteintes oculaires (uvéite) et des infections de la colonne vertébrale (discospondylite) sont fréquentes (Megid et al., 2010). D'autres symptômes peuvent inclure des abcès spléniques, de l'arthrite chez les bovins et les porcs, des adhérences du petit intestin lors de l'inspection post-mortem chez les porcs elle a été associée à une bursite cervicale chez les bovins, Chez les équidés, qui provoque à la fois une hypertrophie bursale chronique de l'encolure, Une pneumonie interstitielle et une pleurésie fibrineuse peuvent également survenir chez les fœtus avortés et les veaux nouveau-nés (Khairullah et al., 2024).



**Figure 2** : bovin présentant un hygroma (Tialla et al., 2014).

### **b. Brucellose humaine :**

La brucellose est une maladie systémique affectant divers organes ou systèmes corporels et simulant d'autres maladies. Les symptômes sont non spécifiques : fièvre, transpiration, malaise, maux de tête, douleurs dorsales, perte d'appétit. Ils peuvent apparaître soudainement, de manière régulière ou sur une période d'une semaine. L'atteinte d'un organe est souvent qualifiée de maladie localisée et peut être considérée comme une complication de la brucellose aiguë ou une manifestation de la brucellose chronique (Ulu-Kilic et al., 2013). La période d'incubation est

variable mais se situe généralement entre 1 et 4 semaines (**Jorgensen et al., 2015**) . En fonction de la durée des symptômes, les cas de brucellose sont classés arbitrairement en « aiguë » (moins de huit semaines), « subaiguë » (de huit à 52 semaines) et chronique (plus de 52 semaines). La maladie est aiguë dans environ la moitié des cas, avec une période d'incubation de deux à trois semaines. Dans l'autre moitié, le début est insidieux, les signes et les symptômes se développant sur une période de plusieurs semaines à plusieurs mois après l'infection. Le spectre clinique de la brucellose va d'une maladie fébrile très bénigne à une atteinte multi systémique grave. La fièvre est la caractéristique clinique la plus fréquente ; chez cinquante pour cent des individus, la fièvre apparaît soudainement au cours de la soirée. Les patients qui n'ont pas été traités pendant une longue période présentent des tableaux de fièvre indulgente avec des températures croissantes et des frissons (**Ulu-Kilic et al.,2013**). Tout organe ou tissu peut être touché, entraînant une morbidité, mais la mortalité est rare et résulte généralement d'une infection du cœur ou du cerveau (**Ulu-Kilic et al., 2013**) .

**L'infection subclinique** : ou asymptomatique a été documentée plus fréquemment chez les agriculteurs, les travailleurs des abattoirs et les vétérinaires. Il est nécessaire d'isoler l'agent causal ou de démontrer un certain type de réponse sérologique spécifique pour pouvoir mentionner ces termes (**Ulu-Kilic et al.,2013**).

**La brucellose aiguë** :se caractérise surtout par une fièvre intermittente ou rémittente. Malaise, maux de tête, perte de poids, arthralgie, myalgie, constipation, anorexie et mal de dos sont d'autres symptômes de la brucellose aiguë. La présentation aiguë est plus fréquente avec *Brucella melitensis* qu'avec les autres espèces. *Brucella spp.* est plus fréquemment isolée pendant cette période et diagnostiquée par des méthodes sérologiques (**Ulu-Kilic et al.,2013**) .

**La brucellose subaiguë** : est une forme typique et classique de fièvre ondulante décrite dans les zones endémiques. Les symptômes sont légers, avec fatigue, maux de tête et myalgie. En outre, les infections localisées telles que l'épididymite, l'orchite et les complications ostéo-articulaires sont plus fréquentes. Les patients dont le traitement est incomplet sont également inclus dans la

forme subaiguë. Ces patients sont généralement examinés comme des cas de fièvre d'origine inconnue. *Brucella* spp. est isolé dans 40 à 70 % des hémocultures en série (Ulu-Kilic et al.,2013)

**La brucellose chronique** : est généralement due à la persistance d'un foyer d'infection profond dans un os, une articulation, un rein, le foie ou la rate. Les symptômes courants de la brucellose chronique sont la faiblesse, la fatigue, la labilité émotionnelle, la dépression, les maux de tête et l'insomnie. La brucellose chronique présente des caractéristiques similaires à celles du syndrome de fatigue chronique, observé en particulier chez les personnes âgées. Le taux d'isolement de *Brucella* spp. Chez les patients atteints de la forme chronique de la maladie reste faible (Ulu-Kilic et al. 2013).

Une rechute est considérée comme une culture sanguine positive après la fin du traitement ou la réapparition de symptômes compatibles, sans autre explication, accompagnée d'une augmentation des titres sérologiques antérieurs. La rechute bactériologique se produit généralement dans les 3 à 6 mois suivant l'arrêt du traitement et n'est généralement pas due à une résistance aux antibiotiques (Ulu-Kilic et al.,2013) .

#### **Brucellose focalisée :**

La brucellose focale concerne des atteintes localisées sur un organe ou un système spécifique. Les complications les plus fréquentes sont :

- **Ostéoarticulaire** : spondylodiscite, arthrite périphérique, ostéomyélite (Demirdal & Sen, 2020).
- **Neurologique** : neurobrucellose entraînant méningite, encéphalite (Moley et al ., 2023).
- **Cardiaque** : endocardite, principale cause de mortalité associée à la brucellose (Ulu-Kilic et al.,2013)
- **Génitale** : épидидymo-orchite, chez les hommes (Zhang et al ., 2022).

#### **I.6.1.3. Lésions :**

**a. Brucellose animale :**

Chez les animaux, la brucellose entraîne principalement des lésions du système reproducteur, se manifestant par des avortements, des rétentions placentaires, des orchio-épididymites et une infertilité. Des études histopathologiques ont révélé des lésions telles que des foyers de nécrose hépatique, une fibrose placentaire et une infiltration cellulaire inflammatoire autour des cellules trophoblastiques, confirmant la nature systémique de l'infection (**Dey et al., 2014**). Des atteintes granulomateuses chroniques de la bourse et des dégénérescences testiculaires sont également rapportées, notamment chez les chevaux et les chiens, soulignant la chronicité de l'infection (**Megid et al., 2010**).

**b. Brucellose humaine :**

Chez l'humain, les lésions liées à la brucellose sont généralement le reflet d'une infection systémique chronique. Le foie, organe central du système réticulo-endothélial, est particulièrement vulnérable. La brucellose peut ainsi provoquer des granulomes hépatiques, des abcès suppuratifs ou des brucelloses, qui apparaissent comme des masses pseudo tumorales souvent calcifiées à l'imagerie. Ces lésions sont rares mais typiques des formes chroniques non traitées ou récidivantes de la maladie, et peuvent imiter des pathologies hépatiques graves comme le cancer ou la tuberculose (**Albayrak et al., 2011**).

Les manifestations cutanées, bien que rares, représentent entre 0,4 % et 17 % des cas et incluent des lésions papulonodulaires, des érythèmes noueux et des exanthèmes maculopapuleux. Ces lésions sont généralement causées par la dissémination hématogène de la bactérie, des réactions immunitaires ou l'inoculation directe dans la peau (**Korkmaz & Doyuk Kartal, 2016**).

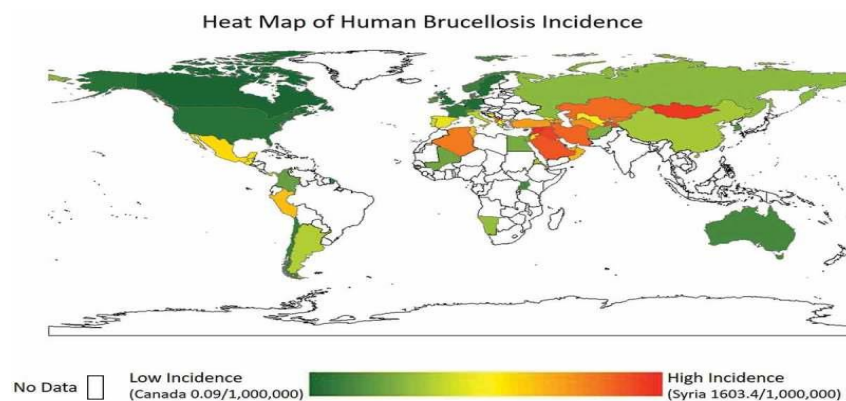
**I.6.2. Épidémiologie :**

**I.6.2.1. Répartition géographique :**

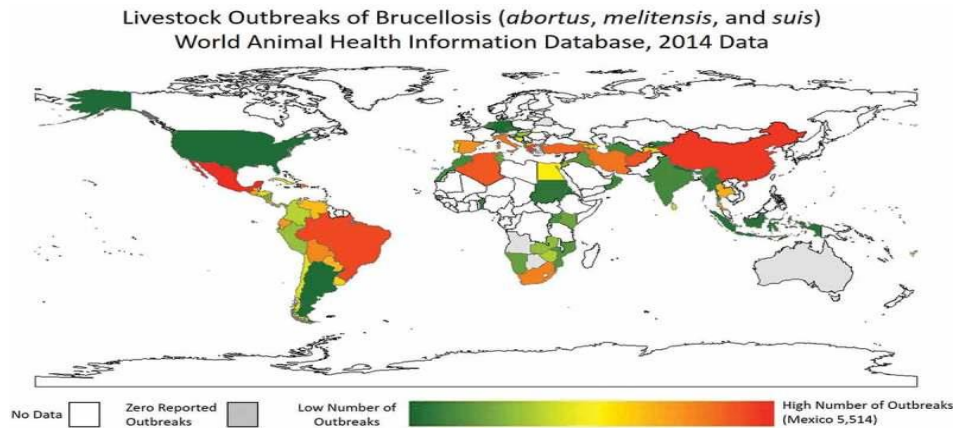
La brucellose est une zoonose mondiale. Elle reste un grave problème de problème de santé publique dans de nombreux pays à revenu faible ou intermédiaire. Au cours des 15 dernières

années, l'épidémiologie de la brucellose humaine a évolué (Colmenero & Morata, 2020). Des études récentes révèlent une incidence mondiale plus élevée que celle estimée précédemment, avec 1,6 à 2,1 millions de nouveaux cas humains par an (Qureshi et al., 2023). La brucellose reste endémique dans certains pays du bassin méditerranéen, de l'Afrique du Nord (Figure 3 et 4), du Moyen-Orient, de l'Europe occidentale, de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud, de l'Afrique du Sud et de l'Asie, l'Europe occidentale, l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud, l'Afrique subsaharienne, le sous-continent indien et l'Asie centrale. L'incidence de la brucellose varie considérablement d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays. Alors que certaines régions, comme le Pérou, le Koweït et certaines parties de l'Arabie saoudite, ont une incidence très élevée, la faible incidence signalée dans d'autres zones endémiques peut être le résultat d'un faible niveau de surveillance et de notification (Colmenero & Morata, 2020).

L'Afrique du Nord est considérée comme zone endémique pour la brucellose. Selon les données de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE), l'incidence de la brucellose en Algérie occupe le 10ème rang dans le classement des pays les plus touchés par la brucellose dans le monde avec 84,3 cas annuels par million d'habitants (Abadane, 2014).



**Figure 3** : Carte thermique de l'incidence humaine de brucellose (pour 1 000 000 d'individus) de 2006 (Hull & Schumaker, 2018).



**Figure4** : Carte thermique du nombre de foyers de brucellose animale (*B. abortus*, *B. melitensis* et *B. suis*) (Hull & Schumaker, 2018).

#### I.6.2.2. Sources de contamination :

##### a. Chez animale

La contamination d'un troupeau indemne survient généralement à la suite de l'introduction d'un animal porteur asymptomatique. C'est pourquoi tout animal infecté, qu'il présente ou non des signes cliniques de brucellose, doit être considéré comme potentiellement contagieux durant toute sa vie (Fournier, 2014). Lors de l'avortement ou de la mise bas, moments où les bactéries sont excrétées en grande quantité dans les liquides fœtaux, les placentas et les sécrétions vaginales. Ces excréments contaminent l'environnement, et les animaux s'infectent en ingérant ou en inhalant ces agents pathogènes. Les bactéries peuvent également coloniser le pis et contaminer le lait, représentant ainsi une source d'infection pour les autres animaux et les humains (WOAH, 2025). D'autres fluides biologiques comme le colostrum et le sperme peuvent également jouer un rôle important dans la transmission, notamment dans le cadre de la reproduction (Adamou, 2014). Les taureaux infectés doivent ainsi être systématiquement considérés comme à risque en raison de leur capacité à excréter *Brucella abortus* dans la semence. Quant aux produits purulents comme les hygromas, les fèces ou les viscères, leur rôle est jugé négligeable dans la transmission animale mais peut représenter un danger chez l'homme (Merial, 2016).

**b. chez homme :**

La brucellose humaine découle exclusivement de la brucellose animale, en effet, la transmission interhumaine est considérée comme exceptionnelle, l'homme étant un cul-de-sac épidémiologique, ce qui signifie qu'il ne participe pas à la propagation active de la maladie. Par conséquent, la situation épidémiologique humaine dans une région donnée reflète généralement celle observée dans la population animale locale, et son évolution suit de près celle des foyers animaux. (Roux ,1979 ; Mailles & Vaillant ,2007).

**I.6.2.3. Modes de transmission :**

**a. Chez l'animal :**

Brucella peut être transmise verticale, de la mère au fœtus (in utero) ou au nouveau-né (lait infecté) Ou horizontale entre mâle et femelle lors de la saillie (Sow, 2011). Les organismes Brucella sont présents en concentrations plus élevées dans l'utérus des animaux en gestation. Les fœtus avortés, les membranes placentaires et les sécrétions utérines constituent la principale source d'infection. Les organismes excrétés dans le lait des animaux infectés peuvent transmettre l'infection au nouveau-né. L'organisme peut survivre dans l'environnement pendant des mois, en particulier dans une atmosphère froide et humide. Les animaux contractent l'infection en ingérant des aliments et de l'eau contaminés, ou par contact avec des fœtus avortés, des membranes fœtales et des sécrétions utérines. L'inhalation peut également être un mode de transmission. Les taureaux infectés peuvent également transmettre l'infection par accouplement naturel ou insémination artificielle d'un troupeau à l'autre (Acha & Szyfers, 2001). Tukana et Gummow ( 2017 ) ont décrit que le fait que des animaux normaux partagent des sources d'eau communes avec des animaux Brucella -positifs est l'une des raisons les plus importantes de la propagation de la brucellose.

**b. Chez l'Homme :**

La brucellose peut être transmise à l'homme (Figure 5) par consommation de produits laitiers non pasteurisés ou par contact direct ou indirect avec des animaux infectés, des placentas, des fœtus avortés, ou un environnement contaminé, ainsi que par inhalation, contamination

conjonctivale, coupures ou abrasions cutanées et auto-inoculation accidentelle avec des vaccins vivants. Certaines professions, telles que les agriculteurs, les bergers, les ouvriers d'abattoir, vétérinaires et les travailleurs de laboratoire, sont particulièrement exposés. La transmission interhumaine par transfusion sanguine, transplantation de tissus exceptionnelle (**Colmenero & Morata, 2020**), bien que rarement transmise, peut être transmise d'une mère infectée à son enfant à naître pendant la grossesse, ce qui souligne l'importance des soins prénataux et de la surveillance des femmes enceintes atteintes de brucellose (**Qureshi et al., 2023**). Ou par contact sexuel a été signalée occasionnellement, mais reste néanmoins exceptionnelle (**Colmenero & Morata, 2020**).

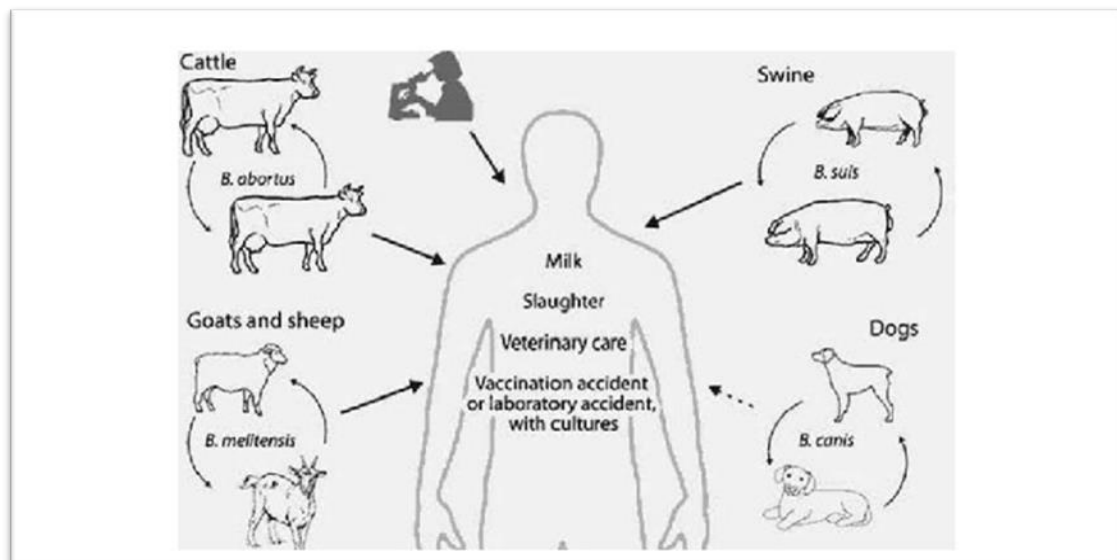


Figure 5 : Transmission de Brucella à l'homme (**Enbiyale & Liben, 2019**).

#### I.6.2.4. Voies de pénétration :

##### a. Chez l'animal

Les voies de pénétration sont similaires mais adaptées aux pratiques d'élevage. L'ingestion de fourrages, d'eau ou d'aliments contaminés par des avortons, du liquide amniotique ou des sécrétions vaginales est une voie majeure d'infection (**Coloma-Rivero et al., 2021**). La

transmission peut également se produire par voie génitale lors de la reproduction, notamment par l'accouplement avec des animaux infectés (**Rolle, 2010**). De plus, l'inhalation d'aérosols contaminés par des particules issues de sécrétions animales est une voie importante en milieu d'élevage intensif.

**b. Chez l'Homme :**

La brucellose est une infection zoonotique causée par des bactéries du genre *Brucella*, capables de pénétrer l'organisme par diverses voies. Chez l'humain, l'infection survient principalement par ingestion d'aliments contaminés, en particulier de produits laitiers non pasteurisés (**Liu, 2015**). La bactérie peut aussi pénétrer par contact direct à travers la peau lésée ou les muqueuses lors de manipulations de tissus animaux infectés, ou encore par inhalation d'aérosols contaminés, un mode fréquent d'infection dans les abattoirs, les laboratoires ou les fermes (**Perez & Berhe, 2020**)

. Cependant, l'efficacité de l'infection par voie digestive est inférieure à celle par voie respiratoire ou cutanée, en raison de la sensibilité de *Brucella* à l'acidité gastrique (**Gorvel et al, 2009**).

**I.7. Condition de l'infection :**

**I.7 .1. Chez Animale :**

Les facteurs de sensibilités liés à l'animal sont généralement sous la dépendance des facteurs extrinsèques en particulier ceux liés à l'environnement et au mode d'élevage qui les influencent d'une certaine manière (**Boukary, 2014**). L'intensification de l'élevage favorise l'extension de la maladie et la distribution de la brucellose peut être expliquée le fait que les pâturages sont communs à différents troupeaux au statut sanitaire inconnu (**Godfroid et al. ,2003**)

. Les facteurs de sensibilité liés à l'animal sont :

-L'espèce : les bovins sont infectés, Godfroid et al. (2003), essentiellement par *Brucella abortus*, mais aussi par *Brucella melitensis* lorsqu'ils sont en contact avec les caprins ou les ovins infectés.

-La race : Selon Godfroid et al. (2003) et D'almeida (1983), il ne semble pas exister de races bovines plus résistantes que d'autres à l'infection brucellique mais les races importées seraient plus sensibles que les races locales. Ces différences de sensibilité seraient dues à une immunité individuelle acquise au cours des générations sous l'effet des facteurs de l'environnement, et non à des résistances naturelles.

-L'âge : le plus sensible soit après le développement complet des organes génitaux : les bovins pubères restent généralement infectés toute leur vie, tandis que les jeunes guérissent souvent de leur infection (**Sibille, 2006**). La prévalence individuelle de la brucellose est plus élevée chez les animaux âgés par rapport aux jeunes animaux, cette prévalence plus élevée chez les animaux âgés correspond logiquement à une probabilité plus grande d'exposition à l'infection. Les localisations articulaires et synoviales intéressent essentiellement les adultes et les femelles âgées. Les nouveaux-nés et les jeunes peuvent développer une forme septicémique passant inaperçue et prédisposant l'animal aux colibacilloses et aux salmonelloses, fréquentes à cet âge (**Boukary, 2014**)

-Le sexe : d'après Godfroid et al. (2003) les femelles et les mâles sont également atteints par la brucellose.

-L'état physiologique : d'après les différentes études réalisées, il n'y a pas une relation claire entre l'état physiologique de l'animal et son statut sérologique. Cependant, il apparaît que chez les femelles laitières, la sensibilité à l'infection brucellique est corrélée au niveau de production et à l'état général de l'animal. La prévalence individuelle de brucellose plus élevée chez des femelles laitières en début de lactation (**Boukary, 2014**). La gestation est un important facteur de sensibilité. (**Adamou, 2014**)

### **I.7 .2. Chez homme :**

Selon Khan et Zahoor (2018) La brucellose humaine est principalement une maladie professionnelle, transmise par contact direct avec des animaux infectés ou par consommation de produits animaux contaminés, notamment le lait cru. Le risque d'infection est étroitement lié à l'occupation : les personnes travaillant dans les secteurs de l'élevage, de la transformation de viande, les vétérinaires et les laborantins sont les plus exposés. Bien que l'infection soit plus fréquente chez les hommes, cela semble refléter leur surreprésentation dans les métiers à haut risque, plutôt qu'une véritable susceptibilité biologique. L'âge joue également un rôle : les jeunes adultes sont les plus souvent touchés, tandis que les personnes âgées sont plus vulnérables aux formes sévères, telles que les complications ostéoarticulaires. Chez les enfants, la maladie est rare, sauf dans les régions où la pasteurisation du lait n'est pas pratiquée. Par ailleurs, les facteurs socio-

économiques influencent fortement la prévalence : les communautés à faible revenu, où l'accès à la prévention et aux soins est limité, présentent une incidence plus élevée.

### **I.8. Diagnostic :**

La brucellose doit être envisagée chez toute personne présentant des expositions épidémiologiques appropriées et une maladie clinique compatible. Le diagnostic doit être envisagé de manière spécifique chez un individu présentant une maladie chronique fébrile avec une atteinte ostéoarticulaire, d'une autre ainsi que chez les personnes présentant des facteurs de risque épidémiologiques qui présentent une fièvre d'origine inconnue (Gotuzzo & Ryan, 2019), la confirmation repose sur des tests sérologiques puis sur des épreuves de laboratoire

#### **I.8.1. Diagnostic épidémioclinique :**

Il est difficile à réaliser car les symptômes de la brucellose sont tardifs et peu spécifiques. En effet, après une longue période asymptomatique, la maladie est subclinique chez la plupart des animaux. Cependant, le recueil des commémoratifs du troupeau peut faciliter une suspicion. Le diagnostic de laboratoire est donc toujours nécessaire, par isolement de la bactérie ou mise en évidence d'anticorps dans le sérum. Une suspicion de brucellose bovine peut être émise lors de : avortement isolé ou en série, mort d'un veau en anoxie dans les 48h après la mise bas, fréquence anormale des rétentions placentaires, hygromas, et orchite/épididymite chez le mâle. Pour les petits ruminants, un troupeau est suspecté de brucellose lors d'avortements en phase terminale de gestation, de mortalité post natale, ou d'atteinte des organes génitaux mâles. Enfin, des symptômes chez l'Homme tels que de la fièvre, des boiteries, des douleurs musculaires... doivent également entraîner une suspicion de brucellose (Sibille ,2006).

#### **I.8.2. Diagnostic de laboratoire :**

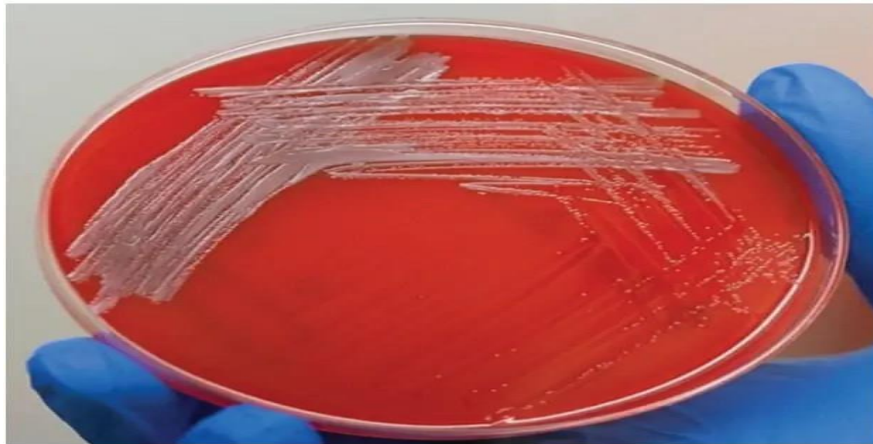
Le diagnostic de la brucellose est généralement effectué par une combinaison de méthodes (Poester *et al.*,2010). Au laboratoire d'analyses cliniques, le diagnostic continue d'être posé à l'aide du test d'agglutination sérique au rose Bengale, qui s'est avéré être une excellente méthode diagnostique en phase aiguë. Le test de Wright, également qualifié de méthode diagnostique par

certain auteurs, joue un rôle fondamental dans le suivi de l'évolution du traitement grâce à une méthodologie de dilutions successives qui permet de quantifier, de manière semi-quantitative, les anticorps développés et, par conséquent, l'évolution du traitement. Cependant, il existe d'autres options diagnostiques, allant de la mesure des anticorps par dosage immuno-enzymatique (ELISA) à la recherche par réaction en chaîne par polymérase (PCR), qui sont moins fréquemment utilisées, car plus coûteuses et plus longues (**Dourado et al., 2025**).

### **I.8.2.1. Méthodes directes (Bactériologique) :**

Il est réalisé par examen microscopique avec colorations, ou par culture en milieux sélectifs, permettant une identification de genre et espèce. Les échantillons les plus intéressants pour sa réalisation sont : des cotylédons issus du placenta, des excréctions vaginales, ou du poumon, foie et contenu abomasal du fœtus (**Sibille, 2006**). Le diagnostic de la brucellose est l'analyse bactériologique directe : culture de *Brucella*, isolée à partir de fluides corporels (sang, liquide céphalorachidien, urine et autres) (**Smirnova et al., 2013**). Ou de tissus sont : des cotylédons issus du placenta, des excréctions vaginales, ou du poumon, foie et contenu abomasal du fœtus (**Sibille, 2006**). Les organismes peuvent être mis en évidence par des frottis colorés préparés à partir de membranes fœtales, de contenus stomacaux de l'estomac du fœtus, d'écouvillons vaginaux, de sperme, etc. Les méthodes les plus courantes sont la méthode de Ziehl-Neelsen modifiée et la méthode de Köster modifiée. Les *Brucellae* sont des coccobacilles ou des bâtonnets courts, généralement disposés individuellement, mais parfois en paires ou en petits groupes. Elles ne sont pas vraiment acido-résistantes. Cependant, elles sont résistantes à la décoloration par les acides faibles et se colorent en rouge sur fond bleu. Il convient d'être prudent, car *Coxiella burnetii* et *Chlamydomyxa abortus* peuvent ressembler superficiellement à *Brucella* (**Poester et al., 2010**), la culture, réalisée en milieux sélectifs (Farrell, Trypticase-Soy Agar, gélose au sang (**figure 6**)) (**Sibille, 2006**) ou biphasiques (système de Castañeda pour le sang) (**Smirnova et al., 2013**) permet une identification phénotypique et typage. Après 48 à 72 heures d'incubation à 37 °C, les colonies de *Brucella* ont un diamètre de 0,5 à 1,0 mm de diamètre avec un contour convexe et circulaire. Les souches lisses sont transparentes et jaune pâle, ressemblant à des gouttelettes de miel à la surface brillante en lumière transmise. Les colonies rugueuses sont plus opaques avec une surface

granuleuse (Sastry & Bhat.,2021). Le biotypage classique des espèces de *Brucella* s'effectue sur la base des différences phénotypiques des antigènes lipopolysaccharides de surface (LPS), de la sensibilité à la coloration, de la dépendance au CO<sub>2</sub>, de la production de H<sub>2</sub>S et d'autres propriétés métaboliques. Le diagnostic bactériologique de la brucellose est fortement limité par le fait que *Brucella* est une bactérie dangereuse et que son isolement doit être effectué dans des laboratoires de niveau 3 spécialement équipés (Smirnova et al., 2013).



**Figure 6** : Colonies de *Brucella* dans la gélose au sang (Tankeshwar, 2025).

### **I.8.2. 2. Diagnostic par biologie moléculaire (PCR) :**

les techniques de biologie moléculaire, souvent basées sur l'amplification par réaction en chaîne de la polymérase (PCR), sont utilisées avec succès pour l'identification et le typage des *Brucella*. ( Smirnova et al ., 2013). PCR utilisant des amorces pour l'opéron ARNr 16S-23S (gène *rrs-rrl*), le gène *Omp2* (protéine de la membrane externe), la séquence d'insertion IS711 et la protéine BCSP31. Disponibles Il est rapide, sensible et spécifique et peut également différencier les espèces et les biovars. Le sang et les tissus sont des échantillons idéaux pour les tests PCR. Le panel FilmArray BioTreat est un test PCR multiplex automatisé (Sastry & Bhat., 2021).

. Cette technique peut mettre en évidence *Brucella*, même lorsque les bactéries sont détruites ou en faible nombre. La PCR est spécifique, et a une sensibilité comprise entre 60 % et plus de 80 %. Elle s'avère être particulièrement utile lorsqu'une antibiothérapie empêche l'isolement de *Brucella*. Elle permet un diagnostic plus rapide que la mise en culture bactérienne, et a aussi l'avantage de présenter un plus faible risque de contamination pour les opérateurs, mais est plus coûteuse. En outre, les tests PCR sont ordinairement insuffisants pour identifier l'espèce de *Brucella* en cause. La PCR est utilisée en paléontologie pour détecter d'infimes quantités d'ADN. C'est grâce à cette technique que des scientifiques ont identifié des fragments d'ADN de *Brucella* sur des ossements humains datant de plusieurs siècles (**Jouan, 2016**). Le test PCR multiplex a permis d'identifier les quatre espèces de *Brucella* (*Brucella abortus*, *Brucella melitensis*, *Brucella ovis* et *Brucella suis*) et a été baptisé AMOS PCR en référence aux premières lettres des noms d'espèces.

La PCR AMOS n'identifie que quelques biovars de chacune des quatre espèces et ne peut distinguer les biovars individuels d'une même espèce. Par la suite, cette méthode a été améliorée pour détecter davantage de biovars et identifier les souches vaccinales de *Brucella* S19 et RB51 (**Smirnova et al., 2013**). Il existe des méthodes PCR pour l'identification de certains biovars de *Brucella abortus* et distinguer les souches S19 et RB51 de *Brucella abortus*, utilisées pour la vaccination contre les souches pathogènes (**Wakjira & Dilba, 2021**). La méthode de diagnostic et d'identification de *Brucella* la plus efficace est la PCR multiplex. L'identification de *Brucella* a été réalisée avec précision à l'aide de différents tests PCR comme AMOS, Multiplex et PCR en temps réel (**Wakjira & Dilba, 2021**).

PCR en temps réel ont été mises au point pour la détection de *Brucella* dans les échantillons cliniques. Les avantages de la PCR en temps réel sont la rapidité, une sensibilité élevée par rapport à la PCR conventionnelle et une contamination réduite des échantillons. Divers échantillons peuvent être analysés par cette méthode, notamment des cultures cellulaires, du sang, du sérum et des tissus (**Smirnova et al., 2013**).

Parmi les autres méthodes d'identification de *Brucella* par PCR figurent l'analyse multilocus des régions du génome présentant un nombre variable de répétitions en tandem (MLVA) et le séquençage multilocus des régions du génome de l'isolat bactérien (MLSA). Ces méthodes sont basées sur la quantification du nombre de répétitions en tandem dans un locus particulier du génome bactérien et sont utilisées pour le génotypage des *Brucella* non seulement au niveau du genre et de l'espèce, mais aussi des biovars. La sensibilité et la précision des méthodes basées sur la PCR dépendent fortement des méthodes d'isolement de l'ADN et de la qualité de l'ADN isolé (en particulier pour la PCR multiplex). Le problème des résultats faussement négatifs subsiste, car la PCR est inhibée en présence de certains mélanges, tels que l'EDTA, les ARNases, les ADNases, les gemmes, l'héparine, les phénols, l'urée et bien d'autres, provenant des échantillons cliniques ou des procédures d'isolement et de purification de l'ADN. Des résultats faussement positifs peuvent également résulter de la contamination de l'échantillon. Il est en outre nécessaire de développer des contrôles positifs et négatifs et de normaliser les conditions des réactions PCR avec les échantillons cliniques (Smirnova et al., 2013).

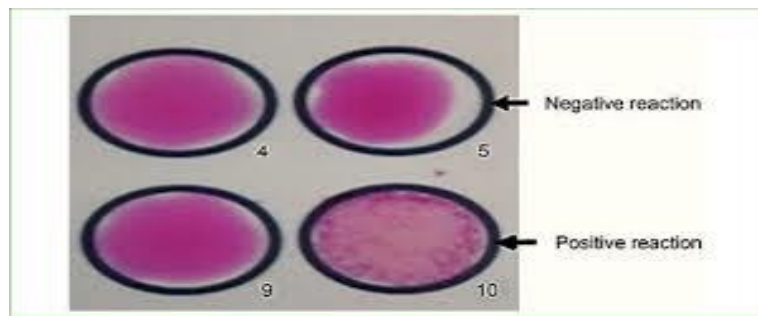
### **I.8.2.3. Diagnostic sérologique :**

Les méthodes indirectes de diagnostic de la brucellose sont basées sur la détection de la réponse immunitaire à une infection bactérienne. La plupart de ces méthodes ont été initialement développées pour tester les bovins, puis ont été utilisées pour tester les chèvres et les moutons domestiques (à l'exception de l'analyse du lait), avant d'être adaptées à la surveillance de certaines espèces d'animaux sauvages. Les tests sérologiques les plus couramment utilisés reposent sur la détection d'anticorps dirigés contre les LPS de la surface lisse, car ce sont des antigènes immunodominants de *Brucella*. Pour la détection spécifique de l'infection par *Brucella ovis* et *Brucella canis*, on utilise des anticorps dirigés contre les LPS rugueuses de *Brucella* (Smirnova et al., 2013).

#### **A. Test sur plaque de Rose Bengale (RBPT) :**

Il est souvent utilisé comme test de dépistage rapide. La sensibilité est très élevée (>99%) (Wakjira & Dilba, 2021) être trop diagnostic chez les animaux individuels, en particulier les

animaux vaccinés (Smirnova et al., 2013) mais la spécificité est décevante de 68,8 %. Toutefois, ce test de dépistage est utile dans les zones rurales à haut risque, où il n'est pas possible sensible pour le de le réaliser (Wakjira & Dilba, 2021) le test de titrage par agglutination en tube. Il utilise une suspension de cellules lisses de *B. abortus* colorées au Rose Bengal. Ces tests ont été introduits dans de nombreux pays comme test de dépistage standard car il est très simple et considéré comme plus sensible que le SAT (Wakjira & Dilba, 2021)



**Figure 7 :** test de rose de bengale (Nayan et al. 2024).

### **B. Test de l'anneau de lait (MRT) :**

Le test consiste à mélanger de l'antigène de cellules entières de *Brucella* coloré avec du lait frais en vrac/en citerne. En présence d'anticorps anti-*Brucella*, des complexes antigène-anticorps se forment et migrent vers la couche de crème, formant un anneau violet à la surface. En l'absence de complexes antigène-anticorps la crème reste incolore. Ce test n'est pas considéré comme sensible, mais ce manque de sensibilité est compensé par le fait même que le test est souvent répété, en général tous les mois, grâce à son coût très faible. Ce test est prescrit par l'OIE pour une utilisation uniquement avec du lait de vache (Wakjira & Dilba, 2021).

### **C. Test à l'anti-globuline (Coombs) :**

Le test de Coombs a été utilisé pour confirmer les résultats SAT des animaux ayant donné des réponses négatives, suspectes ou non concluantes. Il s'agit d'un test utile dans l'enquête épidémiologique sur la brucellose. En raison de l'avantage qu'il offre de détecter des anticorps incomplets de type IgG qui se combinent avec des cellulaires mais ne donnent pas lieu à une réaction d'agglutination. Le test a été adapté à un montage en plaques de micro titration pour

gagner du temps. La principale limite de ce test est qu'il n'est pas recommandé pour tester les animaux vaccinés (Wakjira & Dilba, 2021).

**D. Test de fixation du complément (CFT) :**

Les tests de fixation du complément permettent de détecter les anticorps anti-Brucella capables d'activer le complément. Le système du complément est constitué d'une série complexe de protéines qui, lorsqu'elles sont déclenchées par un complexe antigène-anticorps, réagissent de manière séquentielle pour provoquer la lyse cellulaire. Ce test étant difficile à standardiser, il est progressivement remplacé par des tests immuno-enzymatiques primaires (ELISA) (Smirnova et al. 2013).

**E. Epreuve de l'antigène BPA (Buffered Plate Agglutination) :**

C'est une méthode rapide et facile, utilisant un principe d'agglutination rapide sur lame en milieu acide tamponné (pH 3,7), ce qui permet d'éliminer les agglutinations non spécifiques. Les colorants utilisés sont le cristal violet et le vert brillant. Le sérum est mélangé avec l'antigène, puis la plaque est agitée, avant d'être incubée quatre minutes dans une chambre humide à température ambiante, et ceci deux fois de suite. Ressortie finalement, elle est agitée encore une fois avant d'effectuer la lecture. Lorsque l'antigène coloré en bleu est mis en présence de sérums contenant des anticorps spécifiques, il se forme alors des agglutinats visibles à l'œil nu. Ce test est très sensible, notamment pour la détection d'anticorps vaccinaux, mais les positifs doivent être confirmés par un test plus spécifique (Sibille, 2006).

**F. Test de séro-agglutination (SAT) :**

Est Le premier test sérologique pour la brucellose, a été décrit en 1897 ; il est basé sur la sédimentation des complexes d'anticorps IgM avec les antigènes cellulaires de Brucella. La réaction est lente puisqu'elle nécessite une nuit d'incubation à 37°C. Le SAT manque de spécificité et de sensibilité, bien qu'il soit peu coûteux et facile à réaliser (Smirnova et al., 2013)

**G. Test immunitaire indirect sur sorbant lié à l'enzyme (I-ELISA) :**

Ce test utilise généralement des protéines cytoplasmiques comme antigènes. L'ELISA mesure les IgM, IgG et IgA, ce qui permet une bien meilleure interprétation de la situation clinique. Une comparaison avec le SAT, ELISA donne une sensibilité et une spécificité plus élevées. ELISA est également considéré comme le test le plus sensible pour le diagnostic de la brucellose du système nerveux central. Parmi les nouveaux tests sérologiques, le test ELISA semble être le plus sensible. Cependant, il faudra plus d'expérience avant qu'il ne remplace le SAT en tant que test de choix pour le dépistage de la brucellose. Les *Brucella* sont similaires à ceux de *Yersinia enterocolitica* et d'autres bactéries. Ils conduisent à des résultats faussement positifs et réduisent ainsi la spécificité du test. Ce problème est partiellement résolu par l'ELISA compétitif (cELISA), dans lequel des épitopes spécifiques de *Brucella* sont utilisés pour la détection de la maladie. Des épitopes spécifiques des O-polysaccharides de *Brucella* sont comme antigènes, mais la sensibilité du cELISA est très faible. Significativement plus faible que l'ELISA (Wakjira & Dilba, 2021).

**H. Test du flux latéral (LFA) :**

Le LFA est un test ELISA simplifié pour la détection qualitative d'anticorps spécifiques d'antigènes dans des échantillons de sérum, de lait ou de sang total. Le test est basé sur la liaison d'anticorps spécifiques à l'antigène immobilisé sur une bandelette (matrice en membrane de cellulose). Il permet la détection des anticorps spécifiques IgM, ainsi que des anticorps spécifiques IgG, et qu'une sensibilité élevée est assurée pour tous les stades de la maladie. L'application du test ne nécessite pas d'expertise, d'équipement ou d'électricité spécifiques, et les kits de test peuvent être conservés en stock sans nécessiter de réfrigération, ce qui rend le test très utile pour les pays pauvres en ressources, y compris la plupart des pays africains et les troupeaux migrants. Cependant, son interprétation est subjective, dépendant de la formation d'une ligne de réaction colorée visible, et le test lui-même tend à être coûteux en raison des multiples ingrédients/composants impliqués (Wakjira & Dilba, 2021).

## I. Test de polarisation de la fluorescence (FPA) :

Il est basé sur le principe physique du changement de la vitesse de rotation des molécules en fonction de la masse dans un milieu liquide. Plus la molécule est petite, plus elle tourne rapidement et plus la dépolarisation d'un faisceau de lumière polarisée se produit. Dans la FPA, l'échantillon de sérum est incubé avec un antigène spécifique de *Brucella*, conjugué à un marqueur fluorescent (**Smirnova et al., 2013**). Si le sérum contient des anticorps anti-*Brucella*, il se forme un important complexe antigène-anticorps marqué par fluorescence, qui peut être facilement distingué du contrôle négatif non lié à l'antigène (**Smirnova et al., 2013**). Le méthode FPA a une grande précision mais une sensibilité moindre que l'ELISA. Elle nécessite toutefois un équipement spécial et n'est pas idéale pour une surveillance simple et rapide (**Wakjira & Dilba, 2021**) .

### I.8.2.4. Diagnostic allergique

Les tests allergiques ou cutanés pour la brucellose. Ils permettent d'identifier réponses immunitaire cellulaire spécifique à l'administration sous la peau de l'antigène de *Brucella*. Ce test confirme clairement les cas réels de brucellose et permet de les distinguer des résultats faussement positifs d'autres tests (**Smirnova et al., 2013**).

### I.8.2.5. Diagnostic différentiel

- Chez l'animal : Les symptômes de la brucellose sont peu spécifiques et apparaissent tardivement. L'avortement, conséquence importante de la maladie, peut aussi être provoqué par d'autres agents pathogènes que *Brucella* ; tels que *Trichomonas foetus*, *Campylobacter foetus*, *Leptospira pomona*, *Listeria monocytogenes*, ainsi que le virus de la rhino-trachéite bovine infectieuse ou de la maladie des muqueuses d'autres champignons : *Aspergillus* et *Absidia* (**Godfroid et al., 2003**).

- Chez l'Homme : les granulomes rappelant étrangement les lésions observées dans la tuberculose, la tularémie ou encore la yersiniose (**Bodelet, 2002**). En raison de ces caractéristiques cliniques non spécifiques, la brucellose humaine peut imiter diverses maladies, ce qui lui a valu le surnom de « maladie des erreurs ». Par exemple, elle peut être mal diagnostiquée et confondue avec d'autres maladies, telles que la fièvre typhoïde, le rhumatisme articulaire aigu, la tuberculose, le paludisme,

la mononucléose infectieuse, l'endocardite, l'histoplasmosse, la spondylarthrite ankylosante, la pyélite, la cholécystite, la thrombophlébite, syndrome de fatigue chronique, maladies vasculaires du collagène, maladies auto-immunes et tumeurs (**Jorgensen et al., 2015**)

## **I.9. Traitement :**

### **I.9.1. En médecine vétérinaire :**

*Brucella abortus* étant sensible aux antibiotiques, notamment à la tétracycline, le traitement est théoriquement possible. Mais il est interdit en raison de son coût très élevé, des risques d'apparition de résistance, et de l'absence de garantie quant au statut infectieux d'un animal traité (**Sibille .2006**).

### **I.9.2. En médecine humaine :**

Le traitement de base de la brucellose est la double antibiothérapie en même temps pour augmenter les chances de guérison. Le choix des antibiotiques dépend de l'âge de la personne (**Bush & Vazquez-Pertejo, 2024**). Cependant, la durée du schéma thérapeutique dépend de la présence de rechutes et de la marge de manœuvre thérapeutique de l'agent étiologique en cause (**Dourado et al., 2025**).

## **I.10. Prophylaxie :**

### **I.10.1. Mesures de lutte contre la Brucellose animale :**

#### **I.10.1.1. Prophylaxie médicale :**

La vaccination est recommandée par l'Office International des Epizooties pour le contrôle de la brucellose dans les zones où la prévalence de l'enzootie est élevée. Pour éviter de gêner le diagnostic, il est recommandé de limiter la vaccination aux jeunes animaux (veaux de 3 à 8 mois) chez lesquels les anticorps vaccinaux disparaissent rapidement. On estime que 65% à 80% des animaux vaccinés bénéficient d'une protection durable contre l'infection. De plus, le vaccin ayant un puissant effet anti-abortif, il diminue une des principales sources d'infection, à savoir les fœtus.

Dans un programme de vaccination systématique, les meilleurs résultats sont obtenus pour une couverture annuelle de 70% à 90% des veaux en âge d'être vaccinés. Les femelles de plus de huit mois et les mâles ne doivent pas être vaccinés, et la vaccination de rappel n'est pas recommandée. Le principal objectif d'un tel programme est de réduire le taux d'infection et de faire en sorte que les troupeaux soient résistants à la brucellose, pour que l'éradication de la maladie puisse ensuite être entreprise. On estime que 7 à 10 ans de vaccination systématique sont nécessaires pour atteindre cet objectif (Sibille, 2006).

#### **I.10.1.2. Sanitaire :**

La prophylaxie sanitaire a pour but d'éviter l'apparition et la propagation d'une maladie en n'ayant recours qu'à des moyens hygiéniques : désinfection, quarantaine, périmètre de sécurité, dépistage des individus malades, porteurs ou sains. Les mesures s'adaptent ainsi en fonction de la situation épidémiologique et du but recherché (Freycon, 2015)

**a. Les mesures défensives :** sont indispensables pour les pays déjà infectés qui envisagent une lutte contre la brucellose et également pour les pays indemnes (Arita Hebano, 2013). Les mesures défensives sont : contrôle aux frontières des animaux pour n'admettre que l'introduction de bovins certifiés indemnes, mise en quarantaine et contrôle individuel par sérologie, renforcer l'hygiène de la reproduction et surveiller les animaux à haut risque surtout lors de l'insémination artificielle ou le monte publique (Bodelet, 2002). En plus, il est nécessaire de maintenir le cheptel à l'abri des contaminations de voisinage, d'isoler les femelles lors de parturition et détruire les placentas, désinfecter les locaux et contrôler régulièrement les cheptels (Sibille, 2006).

**b. Les mesures offensive ou mesures d'assainissement :** les mesures offensives sont un ensemble de mesures visant à l'assainissement des exploitations infectées. Les mesures d'assainissement sont : le dépistage, isolement puis l'abattage sanitaire des animaux infectés ; la désinfection périodique des locaux et des objets infectés ; l'élimination des jeunes femelles nées de mère infectée ; le contrôle de toutes les espèces réceptives et élimination des infectés ; l'utilisation de l'insémination artificielle à fin de limiter la transmission vénérienne (Arita Hebano, 2013 ; Sibille, 2006)

**I.10.2. Mesures de lutte contre la Brucellose humaine :**

Le meilleur moyen de prévenir la brucellose est d'éviter de consommer de la viande insuffisamment cuite et des produits laitiers non pasteurisés.

La pasteurisation consiste à chauffer le lait cru à une température élevée pendant une courte période. Ce processus détruit les bactéries nocives qui peuvent être présentes dans le lait.

Les personnes qui manipulent des animaux ou des tissus animaux susceptibles d'être infectés doivent prendre des précautions, telles que le port de lunettes et de gants en caoutchouc et protéger les lésions cutanées de l'exposition

Une prophylaxie antibiotique post-exposition est recommandée pour les personnes à haut risque (par exemple, après une exposition à des animaux infectés ou à des échantillons de laboratoire ou après une exposition au vaccin utilisé chez les bovins) (**Bush & Vazquez-Pertejo, 2024**).

# *Partie expérimentale*

# *Matériel et Méthodes*

## I. Matériel et Méthodes

### I.1. Description de la zone d'étude

La wilaya d'El Oued est située dans le nord-est de l'Algérie (**Figure 8**) avec une vaste superficie de superficie de 44 586,8 km<sup>2</sup> (environ 1,87% de la superficie de l'Algérie) ; El Oued est situé à une altitude de 88 m au-dessus du niveau de la mer, latitude 33° 21' N et longitude 6° 51' E. Selon les données de la DSP d'El Oued (2024), pour une population de 781005 habitants, soit une densité de 17,5 habitants par Km<sup>2</sup>. Elle est délimitée au nord par les wilayas de Biskra ; Khenchela et Tébessa, au sud par Ouargla, à l'est par Frontière terrestre avec la République tunisienne sur une distance de 260 km, et à l'ouest par El M'Ghair et Touggourt. Administrativement, elle se compose de 10 daïras (sous-préfectures) et 22 communes (**Figure 9**). Son climat, typiquement saharien, se caractérise par des étés torrides (pics à 50° C) et des hivers aux nuits froides, avec des précipitations rares (<100 mm/an). Il y avait environ 1 156 500 têtes de bétail au moment de l'étude, dont 1,43% de bovins, 3,46% de chameaux, 46,69% de caprins et 48,42% d'ovins (**Ramdani ,2024**)

. La vie dans cette province est basée sur deux activités principales, l'agriculture irriguée et l'élevage du bétail. Dans le passé, ces deux activités étaient caractérisées par un caractère de subsistance, réentement elles sont maintenant développées pour devenir commerciales (**Khezzani et al., 2020**) .

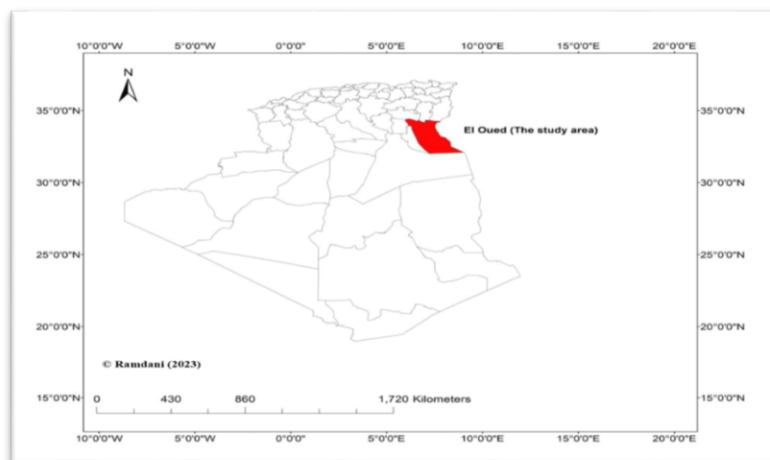


Figure 8 : Carte représentant la localisation d'El Oued en Algérie (Ramdani ,2024).

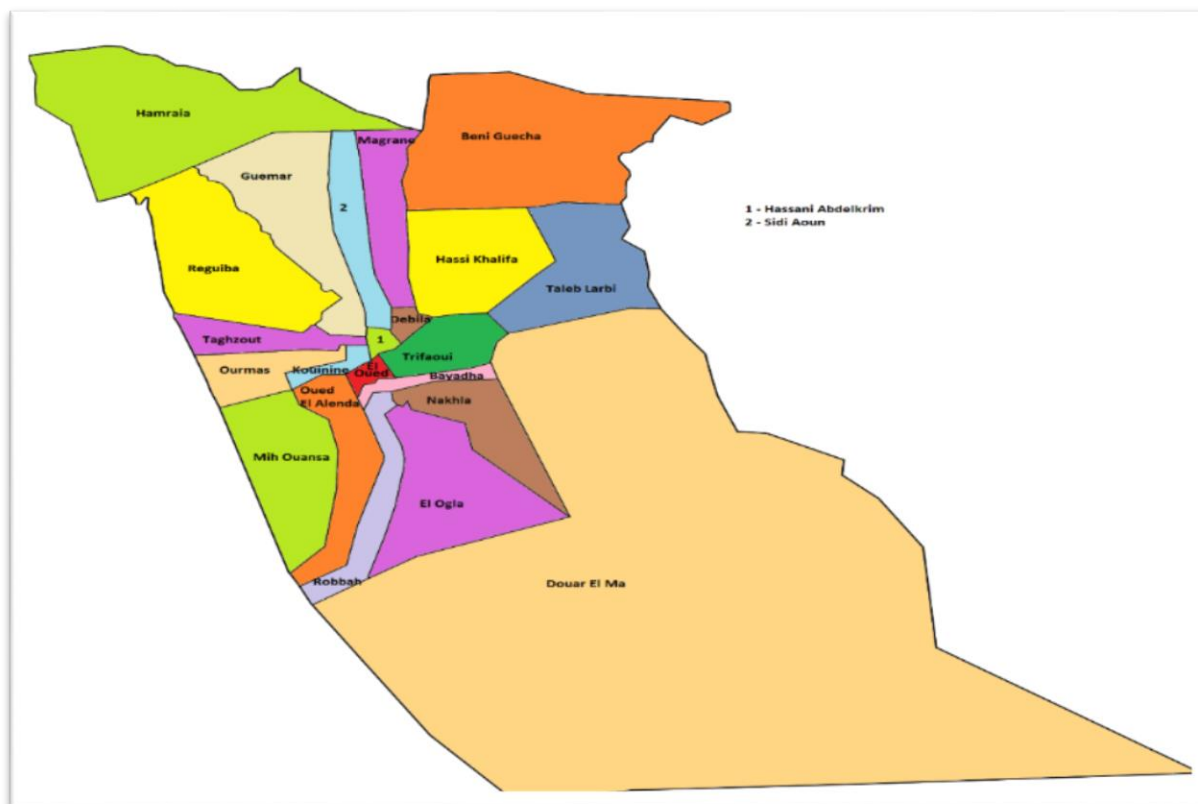


Figure 9 : carte géographique de commune de la wilaya d'El oued (Anonyme ,2025).

## I.2.Lieu et période d' étude

Notre travail est réalisé au niveau de la direction des services agricole de la wilaya de El oued (DSA) et au service le service d' épidémiologie et de médecine préventive (SEMPEP), et ce durant la période allant de 5 /1 /2025 au 23 /3/2025.

## I.3. Méthodes

Nous avons collecté l' ensemble des données relatives à la brucellose animale et humaine enregistrés au niveau de la wilaya de El oued depuis 2019 à 2024 par deux procédés :

- En étudiant les registres d' élevage de la direction des services agricole de la wilaya d' étude
- Et de prélever tous les cas de la brucellose humaine déclarés au niveau de service d' épidémiologie et de médecine préventive (SEMPEP)

Les informations obtenues sont :

Le nombre des animales (bovins, ovins et caprins) dépistés et infectés et abattus dans la wilaya de El oued depuis 2019 à 2024,

Le nombre des cas humains ainsi que l'âge, le sexe, et la commune des patients.

Notre base de données est constituée de 324 animales et 1007 patients infectés par la brucellose.

### **I.3.1. Traitement statistique**

Les données enregistrées, ont été traitées par le logiciel Excel, traitées sous forme des tableaux et des graphes.

### **I.4. Limites**

Cette étude présente plusieurs limites qu'il convient de souligner :

- La qualité des données repose sur les déclarations officielles, exposant les résultats à un risque de sous-déclaration ou de biais de classification, notamment chez les éleveurs qui omettent volontairement de déclarer les cas animaux, de peur des pertes économiques.
- La non-exhaustivité du dépistage des troupeaux, en particulier chez les ovins, peut conduire à sous-estimer la prévalence réelle.
- Les données sur la brucellose humaine sont également affectées par la déclaration volontaire et la variabilité des pratiques diagnostiques entre structures sanitaires, limitant la précision des taux d'incidence.
- L'absence d'informations détaillées sur les facteurs individuels d'exposition (habitudes alimentaires, niveau d'hygiène, statut vaccinal des animaux) réduit la capacité d'identifier avec précision les déterminants de l'infection.
- Le manque d'informations complètes enregistrées sur les patients, notamment concernant leur profession et leurs activités à risque, limite la compréhension du lien entre l'exposition professionnelle et la survenue de la maladie.

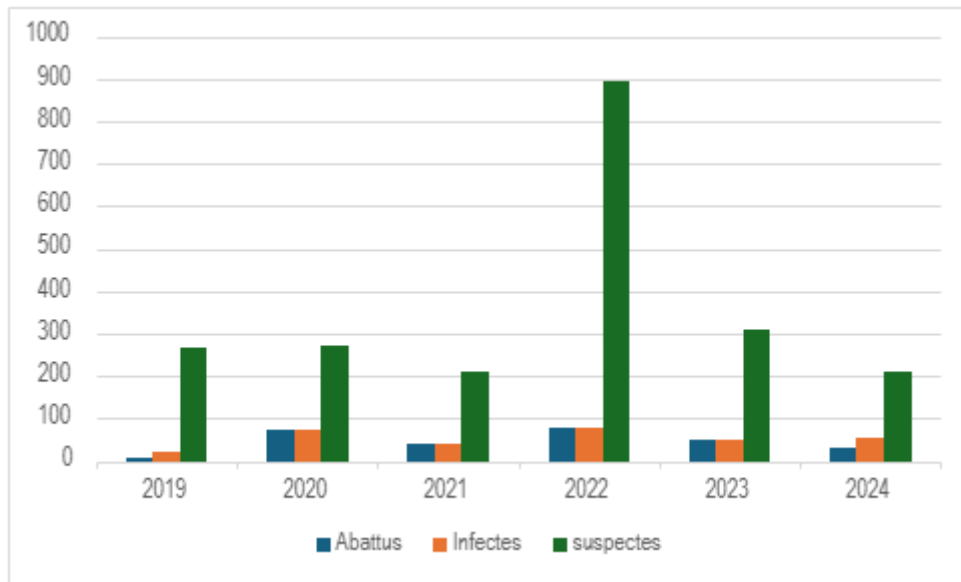
# **Résultats et discussion**

## II. Résultats et discussion

### II.1. Brucellose animale

#### II.1.1. Répartition annuelle des cas de la brucellose animale de 2019 à 2024 dans la wilaya d'El Oued

. Répartition annuelle des cas de la brucellose animale dans la wilaya d'El oued durant les années 2019 à 2024 sont détaillés dans le tableau 5.



**Figure 10** : Répartition annuelle des cas de la brucellose animale dans la wilaya d'El Oued (2019 - 2024)

Selon la figure 10, Les fluctuations observées dans la répartition annuelle de la brucellose peuvent être dues au fait que la situation de cette maladie dans la wilaya d'El Oued est liée à la situation globale au niveau national en général et aux provinces voisines en particulier.

On remarque que le nombre de cas suspecte de la brucellose animale atteint un pic alarmant en 2022 avec 897 cas nettement plus élevée aux années suivantes : 2023 (312 cas) et 2024 (209 cas) . Entre 2019 et 2021 les valeurs sont relativement stables, oscillant entre 213 et 270, à l'exception de 2019 (267 cas).

En ce qui concerne les animaux confirmés infectés en 2022 et 2020 nous observons les taux les plus élevés ( 80 et 75 cas ) .En revanche, le taux le plus faible est enregistré en 2019 (cas 22 )

les abattages sanitaire montrent de corrélation partielle avec les cas infectés : pour les années 2020 à 2023 présente des nombres similaires avec animales abattues, contrairement à 2019, où seuls 7 cas ont été abattus sur 22 animaux infectés. Théoriquement, tous les animaux affectés devraient être soumis au système d'abattage et d'indemnisation.

Cette discordance peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- **La fraude observée chez certains éleveurs** visant à soumettre leurs animaux malades aux procédures d' abattage a pour objet d' éviter les pertes économiques éventuelles si les résultats des tests de laboratoire sont positifs (**Khezzani et al., 2020**).
- **La lenteur du processus d'indemnisation**, qui, bien qu'actuellement limité à 6 mois, est perçu comme long par les éleveurs et la valeur de l'indemnisation est incompatible avec la valeur réelle de l'animal abattu (**Khezzani et al., 2020**).
- **La valeur inadéquate de l'indemnisation** : selon Kardjadj (2017), seuls 50 % des femelles sont indemnisées, tandis que les mâles infectés ne le sont pas du tout, ce qui décourage la coopération.

Par ailleurs, d'autres facteurs contribuent à la persistance de la maladie :

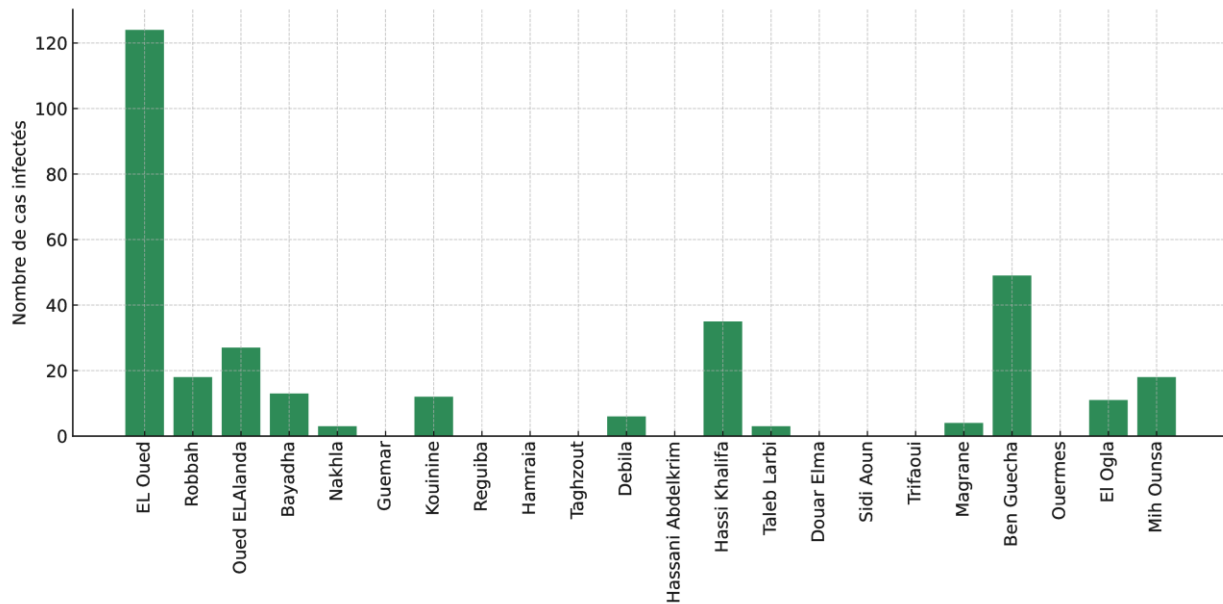
- Le **manque de coopération des éleveurs**, notamment lors aux mouvements des animaux comme les transhumances ou lors de ventes des animaux infectés par les propriétaires .
- La **brèche dans le système de déclaration**, lié à celui de la brucellose humaine : si aucun cas de brucellose humaine n'a été signalé, aucun animal n'est testé, créant ainsi un cercle vicieux (**Kardjadj , 2017**)

Selon Khezzani (2020), la brucellose peut se manifester en toute saison grâce à la capacité de la bactérie à survivre longtemps à l'extérieur, surtout en conditions froides et humides. Le printemps enregistre le taux d'incidence le plus élevé , suivi de l'été , l'hiver, et l'automne . Cette saisonnalité s'explique par sa coïncidence avec les périodes s'expliquer par la synchronisation de cette période avec l' avortement ou le stade de la mise-bas et de lactation chez l' animal , surtout chez

les caprins, favorisant la contamination de l'environnement. De plus, les bactéries peuvent coloniser le pis et contaminer le lait, ce qui affecte les petits animaux en phase de lactation. Enfin, les mâles reproducteurs jouent un rôle clé dans la transmission, surtout lorsqu'ils sont partagés entre plusieurs troupeaux pendant la période de reproduction.

Le ministère de l'Agriculture, en collaboration avec le ministère de la Santé, continue de déployer des efforts considérables pour contrôler et éradiquer cette épidémie, qui épuise le trésor public et menace la santé publique et la sécurité alimentaire.

### II.1.2. Répartition des cas de brucellose animale dans la wilaya d' El Oued par commune (2019 - 2024).



**Figure 11 :** répartition géographique des cas de la brucellose animale dans les communes de la wilaya d'El oued (2019-2024)

Parmi les 22 communes de la wilaya d'El Oued, 13 communes (soit 59 %) sont touchées par la brucellose animale ; Cette large répartition peut être justifiée par une grande mobilité commerciale du bétail au niveau des marchés quotidiens et hebdomadaires, entre les municipalités locales et les autres communes et wilayas (**khezzani et al., 2020**)

. Étant le chef-lieu de wilaya, El Oued joue un rôle central dans ces échanges, ce qui augmente le risque de contamination croisée entre les animaux. De plus, la vocation agricole de la région favorise l'élevage intensif, contribuant ainsi à la propagation de la maladie.

Nous remarquons que Les communes de El oued (124 cas), Ben Guecha (49 cas ), Hassi Khalifa (35cas ) ,Oued Elalanda ( 27cas), sont les plus touchées de brucellose animale probablement à cause , l'élevage domestique des animaux, ou la vente informelle de bétail contourne les circuits officiels et évitant les contrôles vétérinaires , et à la proximité aux zones pastorales intenses et aux zones transfrontalières. Ce commerce non encadré du bétail, opéré directement par les éleveurs sans intervention vétérinaire, contribue fortement à la dissémination silencieuse de la maladie, en l'absence de dépistage ou de traçabilité des animaux. Et la sous déclaration de cas retardant les interventions

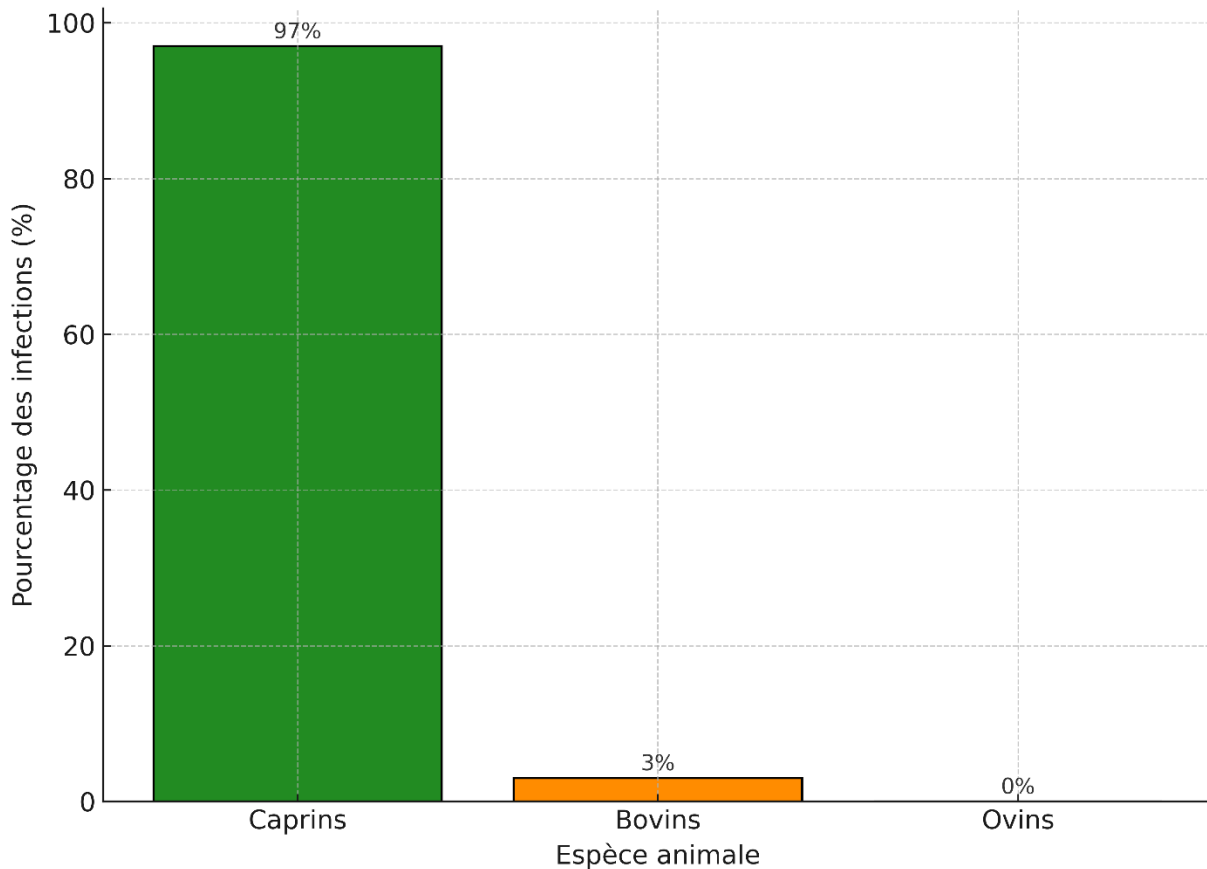
En particulier, les communes frontalières comme Ben situation Guecha et Hassi Khalifa présentent une forte vulnérabilité à la propagation de la brucellose. Cet est aggravé par la proximité de zones endémiques en Tunisie, ainsi que par des dynamiques de transhumance vers les zones de pâturage du Nord (Tébessa, Khenchela, Biskra),

Selon Khezzani (2020) les régions du nord et du nord-ouest de la province d'El-Oued constituent de bonnes zones de pâturage, car elles reçoivent une quantité de précipitations élevée par rapport aux régions du sud. Ces zones de pâturage sont en contact direct avec les zones de pâturage des provinces de Tébessa, Khenchela et Biskra du nord, Biskra du nord-ouest. Ces frontières provinciales comptent parmi les zones les plus peuplées par des animaux d'élevage, de plus, elles sont caractérisées par des taux d'incidence très élevés de la brucellose animale. Au niveau de ces frontières, les éleveurs de la province d'el-oued déplacent leurs troupeaux vers nord pour le pâturage à partir du début avril. Pendant six mois, les différents troupeaux sont en contact permanent par le pâturage mixte, ce qui augmente le risque de transmission de l'infection d'une animale brucellique à un autre animal sain. À partir d'octobre, les troupeaux retournent au sud et propagent l'infection de la brucellose dans la plupart des régions de la province.

Selon Khamassi Khbou, Htira (2017), la frontière entre l'Algérie et la Tunisie est une zone de risque pour la propagation de la brucellose animale. La zone d'étude partage plus de 300 km de frontière avec les municipalités de Tozeur et de Kébili (Tunisie). À travers cette frontière, il y a une activité du commerce illégal de bétail, également un contact permanent entre divers troupeaux dans des zones pastorales.

En résumé, cette distribution spatiale de la brucellose animale ne montre pas la véritable étendue géographique de cette épidémie, mais pour le moment elle offre un aperçu des foyers les plus actifs.

### II.1.2. Répartition selon les espèces animales (bovines, ovines et caprines) des cas de la brucellose dans la wilaya d' El Oued (2019 - 2024)



Source : Direction des Services Agricoles (DSA) de la Wilaya d'El Oued, 2019-2024.

**Figure 12 :** Répartition de la séroprévalence de la brucellose animale selon le type de l'animal dans la wilaya d'El-Oued de 2019 à 2024.

. Selon la figure 12, on remarque sur un total de 2168 animaux suspects testés entre 2019 et 2024 dans la wilaya d'El Oued, 324 cas (14,9 %) se sont révélés séropositifs à la brucellose. La répartition des cas positifs selon l'espèce animale montre une prédominance marquée chez les caprins (313 cas, soit 96,4 %), suivis des bovins (11 cas, soit 3,4 %), tandis qu'aucun cas n'a été

défecté chez les ovins (0 %). Aucun cas de n'a été signalé chez les camélidés. Toutefois, l'enquête préliminaire sur la brucellose cameline réalisée par Lounes et Adaika (2011) dans certaines communes de la wilaya, avait confirmé l'existence des cas positifs chez les camelins.

Le fort taux de suspicion et d'infection chez les caprins et les bovins peut s'expliquer par la structure du cheptel régional selon DSA de Eloued en 2021: les caprins (33 ,71%), et ovins ( 58 ,63%), représentent 92,34 % de l'élevage total, contre seulement 2,28 % pour les bovins. Les bovins sont généralement élevés seuls dans des granges, tandis que les caprins et les ovins sont souvent élevés ensemble dans la même grange.

Selon l'étude de Ramdani et al (2024)., les fermes familiales hébergeant des chiens se sont avérées associées à une probabilité significativement plus élevée de séropositivité à la brucellose grâce à l'iELISA. Dans ces fermes, la plupart des chiens sont gardés comme animaux de compagnie ; cependant, ils peuvent néanmoins être porteurs actifs ou passifs de diverses maladies, dont la brucellose. En effet, *B. melitensis* et *B. abortus* ont été isolés et identifiés chez des chiens dans diverses régions du monde (Alamian et Dadar, 2020 ; Anyaoha et al . 2020 ; Bernardino et al . 2021). De plus, le rôle biologique des chats et des chiens dans la transmission de *Brucella* spp. a été confirmé par une étude menée par Wareth et al. (2017), où *Brucella abortus* bv 1 a été isolé des pertes utérines d'une chienne et d'une chatte apparemment en bonne santé, toutes deux atteintes d'un pyomètre ouvert et hébergées dans une ferme bovine. De plus, les chiens peuvent servir de vecteurs mécaniques de la brucellose, en particulier lorsqu'ils sont autorisés à errer librement, propageant potentiellement l'agent pathogène parmi les animaux sensibles (Aparicio, 2013).

Ainsi l'introduction d'animaux infectés est une source majeure de contamination pour les exploitations agricoles auparavant indemnes de maladies, soulignant la nécessité de mesures de biosécurité rigoureuses pour prévenir la propagation des infections à *Brucella* (Ramdani et al ., 2024)L'absence de cas déclarés chez les ovins, malgré leur forte représentation, pourrait s'expliquer par le manque de déclaration de la part des éleveurs, dû à la crainte de pertes économiques en cas d'abattage ou de mise en œuvre de mesures sanitaires restrictives.Chez les ruminants, les risques d'infection par la brucellose sont plus élevés chez la femelle que chez le mâle, probablement associés à la biologie intrinsèque des microorganismes et à son tropisme pour les tissus fœtaux, ou / et pourraient probablement être dû à la taille relativement plus petit nombre des mâles dans le troupeau (Khezzani et al., 2020) .

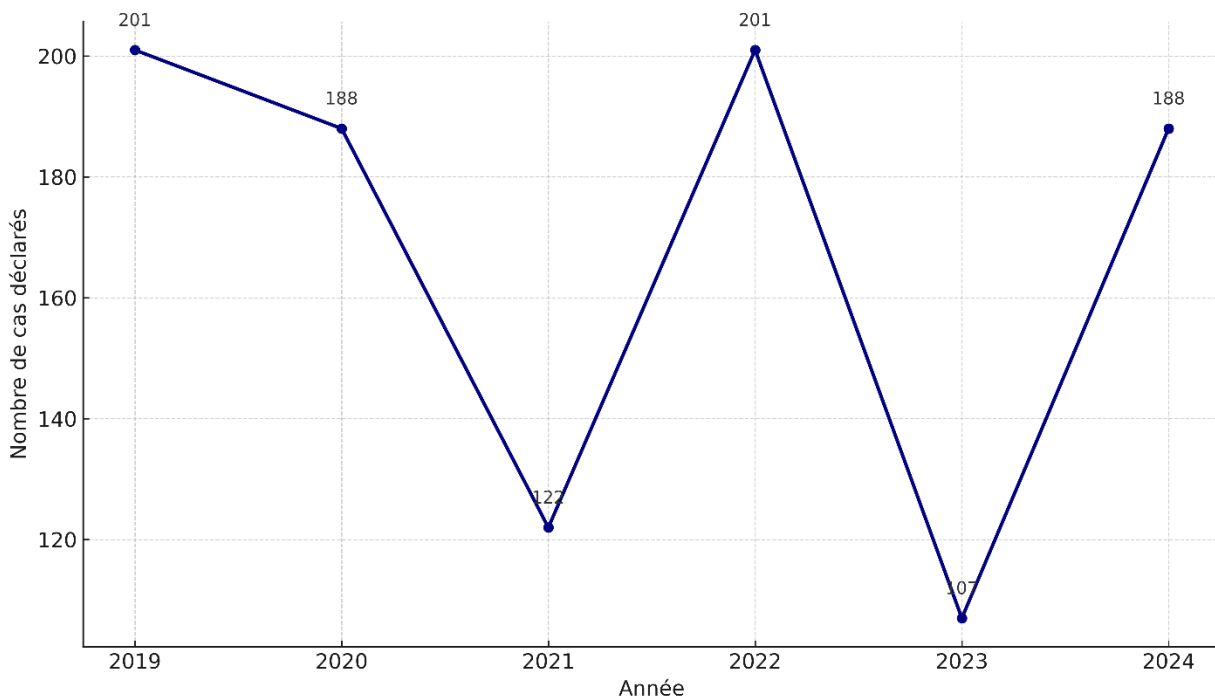
## II.2. Brucellose humaine :

Remarque :

Avant le découpage administratif de 2022 en Algérie, les communes suivantes étaient rattachées à la wilaya d’El oued : Elmghair , Sidi Khallil , Djamaa ,Tendla , Still , Sidi Amrane , Merara , Oum tiour

### II.2.1. Répartition annuelle des cas de la brucellose humaine la wilaya d’ El Oued (2019-2024)

D’après la figure 13 ; les cas de brucellose humaine enregistrés dans la wilaya d’ El Oued entre 2019 et 2024 présentent une évolution fluctuante. On marque deux pics de 201 cas, respectivement en 2019 et à nouveau 2022. En revanche, une baisse notable est enregistrée en 2021 avec 122 cas, et surtout en 2023 avec seulement 107 cas recensés. Cette dynamique semble étroitement liée à la situation épidémique animale.



Source : Direction de la Santé de la Wilaya d’El Oued, Service d’Épidémiologie et de Médecine Préventive (SEMEP), 2019-2024.

**Figure 13 :** Répartition annuelle de la brucellose humaine dans la wilaya d’ El Oued (2019-2024)

---

L'augmentation significative des cas infectés pourrait être la conséquence de la sensibilisation de la population et de l'amélioration de la déclaration des cas, devenue obligatoire depuis 1995 ; elle pourrait être aussi causée par le développement de l'élevage et du commerce du bétail au cours de ces dernières années (**Khezzani et al., 2021**)

Le taux d'incidence maximale de la brucellose humaine, noté au printemps et se prolongeant pendant l'été à un niveau moins élevé, pourrait être lié aux relations étroites établies entre les animaux et les humains, pendant la saison d'agnelage. Une infection par contact direct peut se produire lorsque les bergers assistent les animaux pendant la parturition et les avortements, ou la manipulation de mort-nés. Il est également courant que les bergers se contaminent en décollant le placenta manuellement (**Khezzani et al., 2021**)

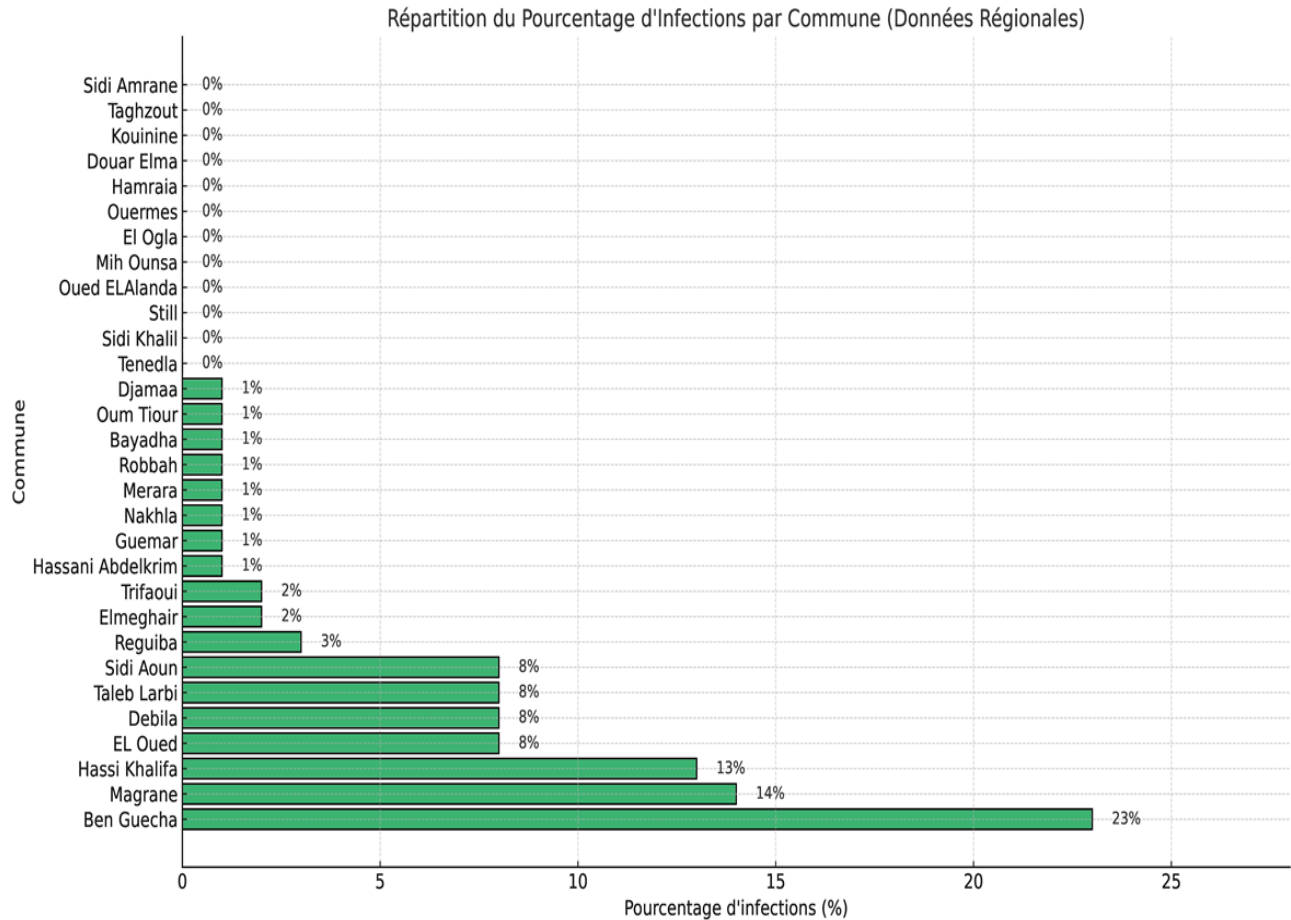
À la fin de l'hiver et au début du printemps, les parcours pastoraux connaissent un afflux de personnes souhaitant obtenir du lait cru. Les bergers exploitent l'abondance de la production laitière (caprins et camelins) et de ses dérivés (Beurre, lait caillé) pour établir des points de vente près des routes principales traversant les zones pastorales. Ce phénomène est très fréquent, en particulier sur les routes principales reliant la zone d'étude et les provinces de Biskra et Tébessa au nord, et Ouargla au sud. (**Khezzani et al., 2021**)

Dans le même temps, l'impact potentiel des facteurs climatiques joue un rôle important dans l'épidémie et la saisonnalité de la brucellose humaine. Dans ce contexte, le pic de la brucellose humaine observé au printemps peut être dû à l'augmentation de la vitesse du vent et au nombre de jours tempétueux, qui entraînent la volatilisation de la poussière et des aérosols chargés de déchets organiques, d'origine animale, qui contiennent l'agent pathogène. En outre, les conditions de sécheresse régnant dans la zone d'étude contribuent efficacement à ce processus. Semblable à notre résultat, une étude en Macédoine a montré que près de 39 % des cas de la brucellose humaine sont déclarés au printemps et 33 % en été (**Khezzani et al., 2021**)

Le développement du secteur agricole dans la province étudiée utilise des fertilisants organiques. Les excréments d'ovins, de caprins et de bovins, utilisés pour améliorer les propriétés du sol sableux local, sont souvent contaminés. Une part est importée de provinces voisines, telles que M'Sila, Batna, Biskra et Tébessa, où la brucellose est fortement endémique. En outre, de nombreux marchés quotidiens ou hebdomadaires les commercialisent. Donc, le contact entre cette matière contaminée et l'être humain (transporteurs, agriculteurs et bergers) est très fréquent à toutes les étapes de son utilisation (**Khezzani et al., 2021**)

**II.2.2. Répartition des cas de brucellose humaine par commune durant (2019-2024)**

D’après la figure 14 ; on remarque une nette prédominance de la brucellose humaine est dans les communes (Ben Guecha (23%), Magrane (14%), Hassi Khalifa (13)). Elles sont suivies par un groupe de communes intermédiaires comprenant El Oued, Débila, Sidi Aoun et Taleb Larbi, avec chacune 8 % des cas enregistrés. Qui peut s’expliquer par le rôle crucial du lait cru et de ses dérivés dans la transmission de la brucellose à l’homme.



Source : Données régionales (n = 1007 cas). Le pourcentage représente la part des cas par commune.

**Figure 14 :** Répartition de pourcentage d’infection de brucellose humaine par commune durant (2019-2024)

À El Oued, la production laitière est largement dominée par les caprins, qui assurent 88 % de la production, contre seulement 10 % pour les bovins (Khezzani et al., 2020). Les ovins, quant à eux, ne représentent qu’une part négligeable du lait consommé. La consommation de lait issu de l’élevage familiale, souvent non pasteurisé, ainsi que sa vente

informelle sans contrôle vétérinaire sur les marchés locaux sont des facteurs majeurs favorisant la transmission de la maladie dans ces communes.

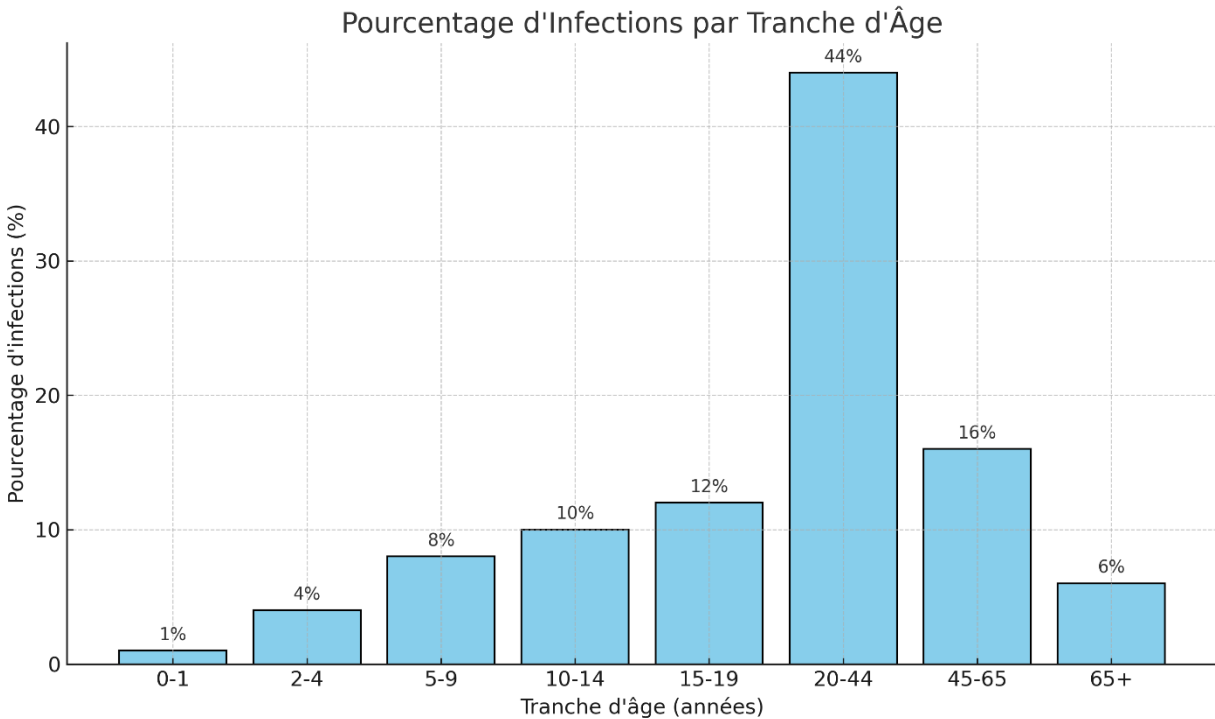
Dans la province d'El Oued, le lait de chèvre est un produit nutritif et largement consommé. L'accessibilité et les faibles besoins de gestion de l'élevage caprin ont conduit à la prolifération des fermes caprines familiales dans la région. Selon la Direction de la Santé et de la Population de la province d'El Oued, la brucellose animale entraîne près d'une centaine de cas humains par an, les chèvres étant responsables de la majorité des transmissions (**Ramdani et al. 2024**)

La source possible des biais est le facteur « la commune » ; en effet, ce dernier est basé sur l'auto-déclaration des victimes, lors de la déclaration de leur commune d'habitat, conduisant ainsi à la possibilité d'erreurs dans les enregistrements, spécialement chez les populations nomades et semi-nomades. Aussi, les informations résultant d'erreurs de classement portant sur la brucellose et/ou sur l'exposition sont des sources probables de biais (**Khezzani et al. ,2021**)

### **II.2.3. Répartition de l' infection brucellique en fonction de l' âge des patients dans la wilaya d' El Oued (2019-2024)**

**Tableau 4 :** répartition de l' infection brucellique en fonction de l' âge des patients

<b>AGE (an)</b>	<b>Infecte</b>	<b>Pourcentage %</b>
(0-1)	6	1%
(2-4)	45	4%
(5-9)	76	8%
(10-14)	96	10%
(15-19)	119	12%
(20-44)	448	44%
(45-65)	158	16%
(65+)	59	6%



**Figure 15 :** répartition de l' infection brucellique en fonction de l' âge des patients (2019-2024)

La répartition des cas brucelliques en fonction de l'âge de humaine, montre que il y a une différence significative entre les différent tranche d'âge ;La tranche 20–44 ans est la plus touchée, représentant 44 % des cas (soit 448 cas). Elle est suivie par le groupe 45–65 ans avec 16 % (158 cas), puis les adolescents de 15–19 ans avec 12 % (119 cas).Une diminution progressive observée dans les classes plus jeunes .Enfin, le groupe des personnes âgées (65 ans et plus) représente 6 % des cas (61 cas).; cela peut s'expliquer par le rôle actif des adultes jeunes et d'âge moyen (20–44 ans), souvent impliqués dans les activités professionnelles à risque, notamment par leur contact direct et permanant avec les animaux et surtout pendant l'élevage ou l'avortement sans suivi règle de hygiène ou bien la consommation plus de lait cru et sous-produits . (**Durr et al. ,2000 ; Khettab et al.,2010**). Le fort taux d'incidence de la brucellose dans la tranche d'âge des plus de 20 ans pourrait s'expliquer par le fait que les personnes de cette catégorie sont davantage en contact avec les animaux, en particulier dans les abattoirs, les granges, les marchés et les chemins pastoraux. Chez les populations nomades et semi-nomades, les adolescents exercent l'élevage pastoral bien qu'ils soient d'âge scolaire. La majorité des familles utilisent le lait artificiel pour les

bébés de moins de deux ans, ce comportement peut expliquer le faible taux d'incidence chez cette tranche d'âge (Khezzani *et al.*, 2021).

Les personnes âgées croient que le processus de faire bouillir le lait fait perdre son goût et ses bienfaits nutritionnels, de sorte qu'il est souvent consommé cru, ce qui augmente le risque d'infection. Nous soulignons que la réticence de la population à changer certains comportements traditionnels négatifs, tel que la consommation du lait cru a été la principale raison de l'échec de plusieurs tentatives d'éradication de la brucellose à Malte au cours du xx<sup>e</sup> siècle (Buttigieg *et al.*, 2018). De façon similaire au Liban, il a été rapporté des valeurs de taux d'incidences très élevées chez les groupes d'âges 45-54 ans et plus de 55 ans (respectivement 12,6 et 12,8, tandis que chez les enfants de moins de quatre ans et de 5-14 ans, le taux d'incidence ne dépassait pas une valeur de 2,7 (Kalaajieh, 2000). La consommation de lait cru est la principale cause de brucellose ; en effet, la vente de lait non pasteurisé est un phénomène courant dans la zone d'étude, que ce soit dans les épicerie, les boucheries et même dans les marchés populaires (Khezzani *et al.*, 2021)

#### II.2.4. Répartition de la brucellose selon le sexe des patients :

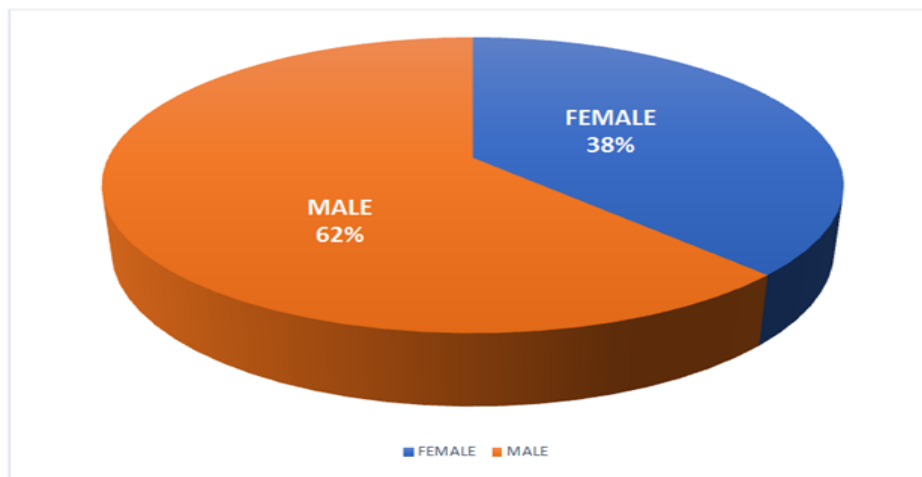


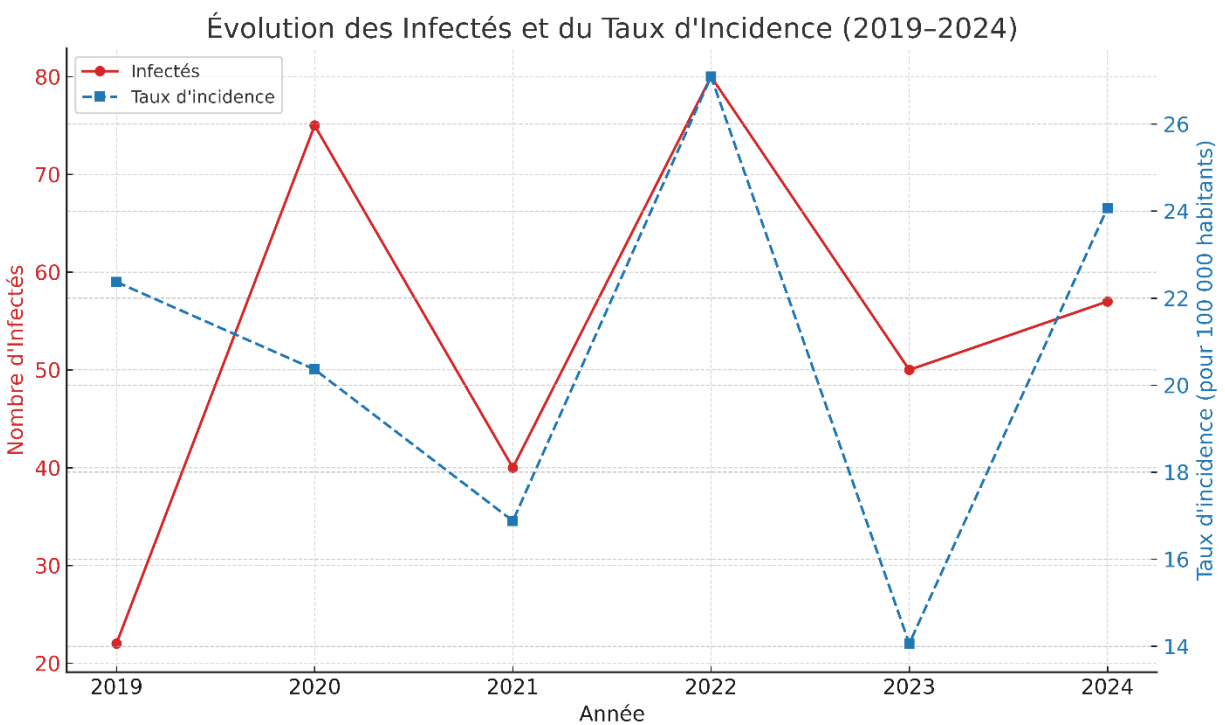
Figure 16 : répartition de l'infection brucellique en fonction de sexe des patients

La figure 16 montre une prédominance masculine claire parmi les cas de brucellose, avec 62 % chez les hommes contre 38 % chez les femmes. Cette tendance est reproduite dans presque toutes les tranches d'âge, ce qui suggère une exposition professionnelle différenciée entre les deux sexes.

Ceci est due au contact direct et fréquent des hommes avec les animaux, sans doute par la nature de leurs activités professionnelles. En effet, la brucellose est une maladie professionnelle, et la contamination dans ce milieu reste importante. Plusieurs professions à risque ont été retrouvées parmi la population malade : éleveurs, bergers, techniciens, vétérinaires, sans oublier que les coutumes (nomades, consommation de lait et dérivés laitiers préparés localement).

Ces résultats sont cohérents avec la littérature scientifique, où il est souvent observé que les hommes étaient plus touchés que les femmes, car les pratiques pastorales sont majoritairement exercées par les hommes en Algérie et dans de nombreux autres pays africains ( **Zouyed et al., 2025**).

**II.2.5. Comparaison entre l'infection par brucellose chez l'homme et chez l'animale pendant 2019/2024 :**



**Figure 17 :** évolution du taux l'incidence de brucellose humaine et des infections animales (2019–2024)

Le **Figure 17** présentes le taux d'incidence humain et nombre d'infection animale on marque qu'une évolution irrégulière mais globalement parallèle entre le nombre de cas animale (infectés) et le taux d'incidence (pour 100 000 habitants) sur la période 2019–2024.

---

ce qui montre que la maladie est maintenue de manière enzootique chez le réservoir animal dans la région. Selon Roux (1979), la stabilité relative de l'endémie est perturbée par des ondes de progression de la maladie évoluant sur 4 ou 5 ans et sur un fond endémique, on assiste parfois en quelques points du territoire à des poussées épidémiques. Plusieurs facteurs influencent les fluctuations épidémiologiques de la brucellose ,En fait, les mouvements incontrôlés des animaux, la non identification du cheptel, le faible pourcentage de couverture vaccinale (6 à 15%) et la non adoption d'un plan de lutte à long terme , rigoureux et adapté aux conditions socio-économiques de la région sont des éléments potentiels favorisant la maintenance de la brucellose.

Les données révèlent que les cas humains restent systématiquement plus élevés que les cas animaux, suggérant un risque accru pour les populations humaines, en particulier celles exposées professionnellement (éleveurs, vétérinaires, bouchers).

Un pic majeur est observé en 2022 ce qui pourrait indiquer l'effet combiné de facteurs épidémiologiques et environnementaux. . Cette hausse coïncide possiblement avec l'augmentation des hospitalisations post-COVID-19, favorisant le diagnostic de maladies zoonotiques sous-jacentes, comme la brucellose (**Zouyed et al. 2025**)

Corrélations entre incidence humaine et brucellose animale :

Les principaux facteurs de risque associés à la brucellose humaine. Il a toujours été constaté que la consommation de lait cru, non pasteurisé reflétant ainsi les traditions culinaires de la région et de fromage frais est un facteur important de la maladie. Des recherches antérieures ont également confirmé que le lait cru ou insuffisamment cuit est la principale cause de la brucellose humaine (**Islam et al. 2023**)

Il est important de noter que les valeurs de prévalence de la brucellose chez les petits ruminants sous-estiment la prévalence réelle dans la population. Les cas sont sous-déclarés par les vétérinaires pour plusieurs raisons, notamment la crainte des conséquences (abattage du bétail et indemnisation insuffisante pour l'achat d'animaux de remplacement) et le long intervalle entre l'échantillonnage et le diagnostic et absence de dépistage systémique (**Zouyed et al. 2025**) ,

En Algérie , les mouvements incontrôlés d'animaux, la mauvaise gestion des animaux et l'existence de troupeaux mixtes, ainsi que les lacunes dans la mise en œuvre des mesures

---

d'identification permanente et de contrôle des mouvements d'animaux ( **Zouyed et al., 2025** ) ,  
Absence de vaccination depuis 2017 dans la région de El Oued et les déficiences dans la  
coopération intersectorielle entre les secteurs de la santé publique et de la médecine vétérinaire,  
ainsi qu'à l'absence d'échange d'informations entre pays voisins ( **Zouyed et al., 2025** ) , sont autant  
de facteurs qui expliquent la persistance endémique de la maladie.

Facteurs saisonniers et transition épidémiologique :

Des variations saisonnières ont été identifiées : les cas de brucellose humains augmentent au  
printemps et en automne, saisons associées à la parturition et à la lactation, qui atteignent leur  
maximum au printemps et diminuent en été. Ce la favorisant la transmission de la brucellose  
(**Zouyed et al., 2025**).

# CONCLUSION

## CONCLUSION

Notre étude rétrospective sur la brucellose humaine et animale dans la wilaya d'El Oued, couvrant la période 2019–2024, met en évidence une situation épidémiologique préoccupante. L'année 2022 a enregistré un pic d'incidence humaine atteignant 27,09 cas pour 100 000 habitants, parallèlement à un nombre record de cas animaux suspects (897), dont 80 ont été confirmés cette même année. Sur le plan territorial, 59 % des communes (soit 13 sur 22) ont été touchées par la brucellose animale, traduisant une large répartition géographique de l'infection.

La prévalence animale est largement dominée par les caprins, qui représentent 96,4 % des cas détectés, tandis qu'aucun cas n'a été signalé chez les ovins, malgré leur forte densité dans les élevages locaux. Ce contraste suggère une possible sous-notification ou un dépistage insuffisant dans cette espèce.

Chez l'homme, la maladie affecte majoritairement les adultes, en particulier la tranche d'âge de 20 à 44 ans (44 % des cas), ainsi que les hommes (62 %), en raison de leur implication professionnelle dans les activités à risque (élevage, soins vétérinaires, pastoralisme).

L'analyse spatio-temporelle révèle une corrélation marquée entre les cas humains et animaux, témoignant d'une persistance enzootique de la maladie et d'une transmission active entre les réservoirs animaux et les populations humaines. La propagation continue de la brucellose semble favorisée par plusieurs facteurs : conditions climatiques et saisonnières, mouvements incontrôlés de bétail, ainsi que l'absence de campagnes de vaccination efficaces depuis 2017.

Malgré la mise en œuvre d'un programme national de lutte, aucune amélioration significative n'a été observée au cours de la période étudiée. Cette inefficacité s'explique par un ensemble de défaillances : insuffisance des mesures d'hygiène dans les élevages, faible couverture vaccinale, absence d'éducation sanitaire, non-respect des protocoles de biosécurité, et manque de moyens pour le diagnostic et l'indemnisation des éleveurs.

La lutte contre cette zoonose nécessite une approche intégrée avec une meilleure coordination entre les services vétérinaires, sanitaires et environnementaux. Il est indispensable de mettre en œuvre un programme plus adapté à la réalité du terrain, intégrant la sensibilisation des éleveurs, le renforcement de la biosécurité, et le dépistage systématique du cheptels, afin d'interrompre la chaîne de transmission et protéger la santé publique.

- La brucellose est un danger pour la santé publique, elle occasionne des pertes économiques en matière d'élevage. Afin de mettre en place un bon programme de lutte contre la brucellose animale et réduire son impact sanitaire chez l'homme, on propose un ensemble de mesures sanitaires qui vise à maîtriser, contrôler puis éradiquer la maladie :
- Organisation des campagnes de sensibilisation des gens de l'importance de la maladie, notamment dans les zones rurales.
- Sensibiliser les éleveurs de l'importance de la vaccination et les inciter à déclarer la maladie.
- Contrôle rigoureux des mouvements d'animaux notamment au niveau des frontières.
- Dépistage systématique des animaux sensibles à la brucellose tous les six mois.
- Isolement des femelles gestantes du troupeau avant la mise basse et déclarer les avortements
- Prise des précautions avant toute manipulation des animaux et ses sécrétions, en mettant des gants, les lunettes et des masques ; laver les mains.
- Renforcer le système de déclaration de la maladie au niveau des établissements de santé ; la déclaration doit préciser l'âge, le sexe et surtout la profession du patient.
- Sensibiliser les cliniciens au diagnostic de brucellose professionnelle suite à la vaccination des petits ruminants.
- Equiper des laboratoires pour la confirmation des formes atypiques de la brucellose.
- Inciter les gens pour ne consommer que du lait et ses sous-produits pasteurisés.
- Contrôle des points de vente de lait et de ses dérivés
- Il est souhaitable de réaliser des études portant sur la brucellose professionnelle.
- Elaboration d'une stratégie de prévention qui cible les facteurs de risque associés à la brucellose chez les professionnels ayant un contact avec les animaux dans les zones rurales à forte incidence de la maladie.
- Amélioration de la collaboration intersectorielle par une approche intégrée « One Health ».

### Amélioration du programme de lutte national

- Rendre le programme de dépistage et d'abattage obligatoire,
- Étendre sa couverture à davantage d'espèces et d'exploitations,
- Identifier, marquer et tracer les animaux pour mieux suivre les foyers,
- Augmenter le taux d'indemnisation pour encourager la déclaration,
- L'amélioration des méthodes diagnostiques (y compris l'utilisation de techniques moléculaires).

# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographies

Abadane, Z. (2014). *Séroprévalence et facteurs de risque de la brucellose chez les professionnels des abattoirs de la région du Grand Casablanca* [Mémoire de fin d'études en épidémiologie de santé publique, École Nationale de Santé Publique].

Acha, P. N., & Szyfres, B. (2001). Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. *Organisation Panaméricaine de La Santé*, 3.

Adamou, H. H. (2014). *Évaluation de trois tests de dépistage de la brucellose bovine pour une aide décisionnelle de contrôle de la maladie dans le bassin laitier de Niamey (Niger)* [Mémoire de master en santé publique vétérinaire, École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar].

Alamian, S., & Dadar, M. (2020). *Brucella melitensis* infection in dog: a critical issue in the control of brucellosis in ruminant farms. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 73, 101554.

Albayrak, A., & Albayrak, F. (2011). Hepatic granulomas associated with brucellosis: Hepatic granulomas and brucellosis. *Hepatitis monthly*, 11(1), 1–2.

Alton, G. G., & Forsyth, J. R. L. (1996). *Brucella*. In S. Baron (Ed.), *Medical Microbiology*. (4th ed.). University of Texas Medical Branch at Galveston.

Anyaocha, C. O., Majesty-Alukagberie, L. O., Ugochukwu, I. C. I., Nwanta, J. A., Anene, B. M., & Oboegbulam, S. I. (2020). Séroprévalence et facteurs de risque de brucellose chez les chiens dans les États d'Enugu et d'Anambra, Nigeria. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1, 35–59.

Aparicio E.D. (2013). Epidemiology of brucellosis in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 32(1), 43–60.

Araitia Hebrano, H. (2013). *Étude séro-épidémiologique de la brucellose animale dans la République de Djibouti* [Thèse de doctorat vétérinaire, École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires, Université Cheikh Anta Diop de Dakar].

Benkirane, A. (2001). *Epidemiologic surveillance and prevention of brucellosis in ruminants: The example of the North African region and the Near East*. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 20(3), 757–767.

Bernardino, S., Da Silva, M., Da Silva, E., Nogueira, D., Ferreira, D., Santos, A., Teixeira, V., Diniz, J., Silvano, S., Santos, H., Alves, A., Sousa, C., Santos, A., Alves, C., & Azevedo, S. (2020). *Zoonotic smooth and rough Brucella in dogs: Seroprevalence and associated factors in an Atlantic Rainforest area of the state of Paraíba, Northeastern Brazil*. *Ciência Rural*, 51(2).

Bezzaoucha, A. (2004). *Maladies à déclaration obligatoire* (Tome 2). OPU.

Bodelet, V. (2002). *Brucellose et grossesse : revue de la littérature à propos d'un cas* [These pour obtenir le grade de docteur en medecine ]. Université Henri Poincaré - Nancy 1 (aujourd'hui Université de Lorraine).

Boukary, A. R., Saegerman, C., Adehossi, E., Matthys, F., Vias, G. F., Yenikoye, A., & Thys, E. (2014). La brucellose en Afrique subsaharienne. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 158, 39–56

Bounaadja, L. (2010). *Développement d'une PCR en temps réel pour la détection des Brucella et relations avec le genre Ochrobactrum* [Thèse de doctorat en biologie des organismes, Université du Maine (aujourd'hui Le Mans Université)].

Bourdeau, G. (1997). *Les formes atypiques de la brucellose* [Thèse de doctorat d'État en médecine, Université de Limoges].

Bush, L. M., & Vazquez-Pertejo, M. T. (2024,10 Jan). Brucellosis. *MSD Manual Professional Version*. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/bacilles-gram-n%C3%A9gatifs/brucellose>

Buttigieg, S. C., Savic, S., Cauchi, D., Lautier, E., Canali, M., & Aragrande, M. (2018). Brucellosis Control in Malta and Serbia: A One-Health Evaluation. *Frontiers in veterinary science*, 5, 147.

Colmenero, J. D., & Morata, P. S. (2020). Brucellosis. In J. D. F. Warrell, T. M. Cox, & J. D. Firth (Eds.), *Oxford Textbook of Medicine* (6th ed., pp. 1234-1245). Oxford University Press.

- Coloma-Rivero, R. F., Flores-Concha, M., Molina, R. E., Soto-Shara, R., Cartes, Á., & Oñate, Á. (2021). Brucella and its hidden flagellar system. *Microorganisms*, 10(1), 83. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10010083>
- Corbel, M. J., & Morgan, W. J. (1982). Classification du genre *Brucella* : la situation présente. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Épizooties*, 1(1), 291–300.
- Crespo León, F., & Ferri, E. (2003). Genre *Brucella* et brucellose. In *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes* (Vol. 2, p. 867). Lavoisier.
- D'Almeida, J. (1983). *Contribution à l'étude de la brucellose bovine en République populaire du Bénin* [Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Dakar (aujourd'hui Université Cheikh Anta Diop)]. Archive institutionnelle de l'Université Cheikh Anta Diop. <https://beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD83-3.dir/TD83-3.pdf>
- Dedet, J. (2007). *La microbiologie : De ses origines aux maladies émergentes*. Dunod.
- Demirdal, T., & Sen, P. (2020). Risk factors for focal involvement in brucellosis. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 96(3), 115003. <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2020.115003>
- Dey, S., Rahman, M., Rima, U. K., Hossain, M., Chowdhury, G., Pervin, M., Habib, M. A., & Khan, M. (2014). Serological and pathological investigation of brucellosis in dairy cows of Mymensingh district, Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 11, 107–112
- Dornelles, J., Ayala, N., & Frank, A. (2023). Collaborative or substitutive robots? Effects on workers' skills in manufacturing activities. *International Journal of Production Research*, 61, 1–34.
- Dourado, A., Rodrigues, Â., Afonso, M. E., Montanha, M., Cardoso, M., Ervedosa, S., Gonçalves, V., & Mendes, E. (2025). Brucellosis, the forgotten endemic: A clinical case report. *Cureus*, 17(1), e77761. <https://doi.org/10.7759/cureus.77761>
- Durr, U., Valenciano, M., & Vaillant, V. (2000). La brucellose humaine en France de 1998 à 2000. In *Autres zoonoses et encéphalopathies subaiguës spongiformes transmissibles* (pp. 199–341).

- Enbiyale, G., & Liben, A. L. (2019). Review on molecular epidemiology and public health significance of brucellosis. *Journal of Animal Research*, 12(4), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jar.2019.12345>
- Ficht, T. (2010). *Brucella* taxonomy and evolution. *Future Microbiology*, 5(6), 859–866. <https://doi.org/10.2217/fmb.10.52>
- Freycon, P. (2015). *Rôle du bouquetin Capra ibex dans l'épidémiologie de la brucellose à Brucella melitensis en Haute-Savoie* [Thèse de doctorat vétérinaire]. Université de Lyon 1.
- Fournier, V. (2014). *Gestion d'un foyer de brucellose à Brucella melitensis dans un élevage bovin laitier de Haute-Savoie par les services vétérinaires* [Thèse de doctorat, Université de Lyon].
- Głowacka, P., Żakowska, D., Naylor, K., Niemcewicz, M., & Bielawska-Drózd, A. (2018). *Brucella* - Virulence factors, pathogenesis and treatment. *Polish Journal of Microbiology*, 67(2), 151–161.
- Godfroid, J., Al Dahouk, S., Pappas, G., Roth, F., Matope, G., Muma, J., Marcotty, T., Pfeiffer, D., & Skjerve, E. (2013). A "One Health" surveillance and control of brucellosis in developing countries: Moving away from improvisation. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36(3), 241–248
- Godfroid, J., Al Mariri, A. B., Walravens, K., & Letesson, J.-J. (2003). Brucellose bovine. In P. C. Lefèvre, J. Blancou, & R. Chermette (Eds.), *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail, Europe et régions chaudes* (Vol. 2, pp. 869–889). Paris: Tec & Doc.
- Godfroid, J., Nielsen, K., & Saegerman, C. (2010). Diagnosis of brucellosis in livestock and wildlife. *Croatian Medical Journal*, 51(4), 296–305.
- Gorvel, J. P., Moreno, E., & Moriyón, I. (2009). Is *Brucella* an enteric pathogen? *Nature Reviews Microbiology*, 7, 250.
- Gotuzzo, E., & Ryan, E. T. (2019). Brucellosis. In E. T. Ryan, D. R. Hill, T. Solomon, N. Aronson, & T. P. Endy (Éds.), *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Diseases* (10<sup>e</sup> éd., p. 75). Elsevier.

- Habamina, S. (2008). *Évaluation de la séroprévalence et impact des maladies abortives sur la réussite de l'insémination artificielle bovine au Sénégal : cas de la région de Thiès* [Thèse de doctorat non publiée]. Université de Dakar.
- Hayoun, M. A., Muco, E., & Shorman, M. (2023). Brucellosis. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441831/>
- Hull, N. C., & Schumaker, B. A. (2018). Comparisons of brucellosis between human and veterinary medicine. *Infection Ecology & Epidemiology*, 8(1), 1500846.
- Institut National de Santé Publique. (2023). *Situation épidémiologique de l'année 2023 sur la base des cas déclarés à l'I.N.S.P.* (Relevé Épidémiologique Mensuel, Vol. 34). [https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/rem\\_vol34\\_2023.pdf](https://www.insp.dz/images/PDF/Epidemio/rem_vol34_2023.pdf)
- Islam, M. S., Islam, M., Rahman, M., Islam, K., Islam, M., Kamal, M., & Islam, M. (2023). Presence of *Brucella* spp. in milk and dairy products: A comprehensive review and its perspectives. *Journal of Food Quality*, 2023, Article 2932883. <https://doi.org/10.1155/2023/2932883>
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2006). Article n°16. *Journal Officiel de la République Algérienne*, 16, 24. <https://www.joradp.dz/ftp/jo-francais/2006/f2006046.pdf>
- Jorgensen, J. H., Carroll, K. C., Funke, G., Pfaller, M. A., Landry, M. L., Richter, S. S., & Warnock, D. W. (Eds.). (2015). *Manual of clinical microbiology* (11th ed., pp. 864–865). ASM Press.
- Jouan, M. (2016). *Prophylaxie de la brucellose humaine : vers une vaccination ciblée de la faune sauvage ? Étude du cas des bouquetins du massif du Bargy* [Thèse de doctorat en pharmacie, Université Grenoble Alpes, Faculté de Pharmacie de Grenoble]. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01331098v1>
- Kalaajieh, W. K. (2000). Épidémiologie de la brucellose humaine au Liban en 1997. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 30(1), 43–46. [https://doi.org/10.1016/S0399-077X\(00\)88686-2](https://doi.org/10.1016/S0399-077X(00)88686-2)
- Kardjadj, M. (2016). The epidemiology of human and animal brucellosis in Algeria. *Journal of Bacteriology and Mycology*, 3(2), 1025.

Khairullah, A.R., Kurniawan, S.C., Puspitasari, Y., Aryaloka, S., Silaen, O.S., Yanestria, S.M., Widodo, A., Moses, I.B., Effendi, M.H., Afnani, D.A., Ramandinianto, S.C., Hasib, A., & Riwu, K.H. (2024). Brucellosis: Unveiling the complexities of a pervasive zoonotic disease and its global impacts. *Open Veterinary Journal*, 14, 1081 - 1097.

Khamassi Khbou, M., Htira, S., Harabeche, K., & Benzarti, M. H. (2017). First case-control study of zoonotic brucellosis in Gafsa district, Southwest Tunisia. *One Health*, 5, 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2017.11.002>

Khan, M. Z., & Zahoor, M. (2018). An Overview of Brucellosis in Cattle and Humans, and its Serological and Molecular Diagnosis in Control Strategies. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 3(2), 65.

Khettab, S., Talleb, L. M., & Boudjemaa, W. (2010). *La brucellose* (Mémoire de fin de cycle, Doctorat en Pharmacie). Université de Tlemcen. <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/4673>

Khezzani, B., Aouachria, N., Khechekhouche, E.-A., Djaballah, S., Djedidi, T., & Bosilkovski, M. (2021). Caractéristiques épidémiologiques de la brucellose humaine dans la province d'El-Oued, sud-est algérien. *Santé Publique*, 33(2), 275–284. DOI : [10.3917/spub.212.0275](https://doi.org/10.3917/spub.212.0275)

Khezzani, B., Aouachria, A. N., Djaballah, S., Teber, D., & Bosilkovski, M. (2020). An overview of animal brucellosis in the province of El-Oued (Algerian Sahara). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 12(1S), 225–244. <https://doi.org/10.4314/jfas.v12i1S.16>

Korkmaz, P., & Doyuk Kartal, E. (2016). Skin manifestations associated with brucellosis. *EMJ Dermatology*. DOI : [10.33590/emjdermatol/10312753](https://doi.org/10.33590/emjdermatol/10312753)

Kurmanov, B., Zincke, D., Su, W., Hadfield, T. L., Aikimbayev, A., Karibayev, T., Berdikulov, M., Orynbayev, M., Nikolich, M. P., & Blackburn, J. K. (2022). Assays for identification and differentiation of *Brucella* species: A review. *Microorganisms*, 10(8), 1584. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081584>

Lefèvre, P. C., Blancou, J., & Chermette, R. (2003). *Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail: Europe et régions chaudes* (Tome 2, pp. 869–870). Édition Médicale Internationale.

- Liu, D. (2015). *Brucella*. In *Molecular medical microbiology* (2nd ed., Vol. 3, pp. 1781–1788). Academic Press.
- Lounes, N., Adaïka, B., Jambonidatou, H., Bouyoucef, U. N., & Garin-Bastuji, B. (2011). Enquête préliminaire sur la brucellose cameline dans la région d’El-Oued. Dans *4èmes Journées Vétérinaires* (pp. 1–4). Université de Blida.
- Mailles, A., & Vaillant, V. (2007). *Étude sur les brucelloses humaines en France métropolitaine, 2002–2004* [Rapport d’étude]. Santé Publique France.
- Megid, J., Mathias, L. A., & Robles, C. A. (2010). Clinical manifestations of brucellosis in domestic animals and humans. *The Open Veterinary Science Journal*, 4, 119–126. <https://doi.org/10.2174/1874318801004010119>
- Merial. (2016). *La brucellose animale*. Ecoles Nationales Vétérinaires Françaises.
- Moley, C. R., Chambers, C. A., Dadelahi, A. S., Ponzilacqua-Silva, B., Abushahba, M. F., Lacey, C. A., & Skyberg, J. A. (2023). Innate lymphoid cells and interferons limit neurologic complications of brucellosis. *The Journal of Immunology*. Advance online publication.
- Nayan, M. N. B., Ferdausi, T., Siddique, F. I., & Rahman, M. S. (2024). Séroprévalence et facteurs de risque de brucellose humaine chez les personnes à haut risque de la division de Mymensingh au Bangladesh. *Journal of Veterinary Medical and One Health Research*, 6(1–2), 123–135.
- Office International des Épizooties (OIE). (2013). *Incidence de la maladie par pays, zoonoses, brucellose humain, Interface WAHIS, Base de données du système mondial d’information sanitaire*.
- World Organisation for Animal Health (OIE). (2017). *Brucellosis*.
- Ouared, K. (1997). *Enquête épidémiologique de la brucellose dans la wilaya de Tiaret* [Mémoire de magistère, Institut Vétérinaire de Tiaret].
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2000). *Normes recommandées par l’OMS pour la surveillance* (2<sup>e</sup> éd.).
- Perez, A., & Berhe, M. (2020). Brucella, a bacterium with multiple ways of causing infection. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 34(1), 99–101.

- Poester, F. P., Nielsen, K. H., Samartino, L. E., & Yu, W. L. (2010). Diagnosis of brucellosis. *The Open Veterinary Science Journal*, 4, 46–60.
- Ponsart, C., Freddi, L., Ferreira Vicente, A., Djokic, V., Jay, M., Zanella, G., & Girault, G. (2020). *Brucella*, un genre bactérien en expansion : nouvelles espèces, nouveaux réservoirs. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*, 173. <https://doi.org/10.3406/bavf.2020.70912>
- Qureshi, K. A., Parvez, A., Fahmy, N. A., Abdel Hady, B. H., Kumar, S., Ganguly, A., Atiya, A., Elhassan, G. O., Alfadly, S., Parkkila, S., & Aspatwar, A. (2023). Brucellosis: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment—a comprehensive review. *Annals of Medicine*, 55(2). <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2295398>
- Riedel, S., Hobden, J. A., Miller, S., Morse, S. A., Mietzner, T. A., Detrick, B., Mitchell, T. G., Sakanari, J. A., Hotez, P., & Mejia, R. (Eds.). (2019). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology* (28th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ramdani, N., Boussena, S., Ghalmi, F., Benaissa, M. H., & Moula, N. (2024). Epidemiology of caprine brucellosis in family farms in the southeast of Algeria. *Veterinaria Italiana*, 60(3), 10.12834/VetIt.2572.25516.2. <https://doi.org/10.12834/VetIt.2572.25516.2>
- Rolle, M. (2010). Organotropismus der Brucellen bei not immunen and immunisierten Meerßchweinchen. *Journal of Veterinary Medicine Series B-Maladies infectieuses et santé publique vétérinaire*, 6, 714-722.
- Roux, J. (1979). Epidemiologie et prevention de la brucellose. *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, 57(2), 179–194.
- Sibille, C. M. A. (2006). *Contribution à l'étude épidémiologique de la brucellose dans la Province de l'Arkhangai (Mongolie)* (Publication No. 06–TOULOUSE 3–4124) [Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul-Sabatier de Toulouse].
- Smirnova, E. A., Vasin, A. V., Sandybaev, N. T., Klotchenko, S. A., Plotnikova, M. A., Chervyakova, O. V., Sansyzbay, A. R., & Kiselev, O. I. (2013). Current methods of human and animal brucellosis diagnostics. *Advances in Infectious Diseases*, 3(3).

Sastry, A. S., & Bhat, S. (2021). *Essentials of medical microbiology* (3rd ed.). Jaypee Brothers Medical Publishers.

Sow, I. (2011). *Évaluation du risque de brucellose lié à la consommation du lait frais dans la commune rurale de Cinzana* [Thèse de doctorat vétérinaire, Université de Nantes].

Taleb, A. (2017). *Étude rétrospective sur la brucellose bovine et humaine dans la wilaya de Bouira* [Thèse de doctorat, Université de Bouira].

Tukana, A., & Gummow, B. (2017). Dairy farm demographics and management factors that played a role in the re-emergence of brucellosis on dairy cattle farms in Fiji. *Tropical animal health and production*, 49(6), 1171–1178.

Tankeshwar, A. (2025). *Brucella : propriétés, pathogénèse, diagnostic en laboratoire*. Microbe Online.

Tazerart, F., Aliouane, K., & Grine, G. (2022). Évolution de la brucellose animale et humaine en Algérie : Une mini-revue narrative. *New Microbes and New Infections*, 46, 100975.

Tialla, D., Koné, P., Kadja, M. C., Kamga-Waladjo, A., Dieng, C. B., Ndoye, N., Kouame, K. G. G., Bakou, S., & Akakpo, A. J. (2014). Prévalence de la brucellose bovine et comportements à risque associés à cette zoonose dans la zone périurbaine de Dakar au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 67(2), 67–72.

Ulu-Kilic, A., Metan, G., & Alp, E. (2013). Clinical presentations and diagnosis of brucellosis. *Recent patents on anti-infective drug discovery*, 8 1, 34-41.

Wakjira, B. S., & Dilba, G. M. (2021). Review on serological and molecular diagnostics techniques of brucellosis. *Health & the Environment Journal*, 7(4), 7–20.

Wareth, G., Melzer, F., El-Diasty, M., Schmoock, G., Elbauomy, E., Abdel-Hamid, N., Sayour, A., & Neubauer, H. (2017). Isolation of *Brucella abortus* from a dog and a cat confirms their biological role in re-emergence and dissemination of bovine brucellosis on dairy farms. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64(5), e27–e30.

Wareth, G., Pletz, M. W., Neubauer, H., & Murugaiyan, J. (2020). Proteomics of Brucella: Technologies and Their Applications for Basic Research and Medical Microbiology. *Microorganisms*, 8(5), 766.

Wernery, U. (2014). Camelid brucellosis: A review. *Revue Scientifique et Technique* (Office International des Épizooties), 33(3), 1–46.

World Organisation for Animal Health. (2025). Brucellosis. *WOAH - World Organisation for Animal Health*. <https://www.woah.org/en/disease/brucellosis/>

Yin, D., Bai, Q., Li, L., Xu, K., & Zhang, J. (2021). Study on immunogenicity and antigenicity of a novel Brucella multiepitope recombined protein. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 540, 37.

Zhang, Z., Zhang, X., Chen, X., Cui, X., Cai, M., Yang, L., & Zhang, Y. (2022). Clinical Features of Human Brucellosis and Risk Factors for Focal Complications: A Retrospective Analysis in a Tertiary-Care Hospital in Beijing, China. *International Journal of General Medicine*, 15, 7373 - 7382.

Zouyed, I., Hamouda, M., Naidja, S., Djessas, S., Djenna, D., & Aggad, H. (2025). Epidemiological trends and animal–human relationships of brucellosis in Constantine Province, Eastern Algeria from 2015 to 2023. *Zoonoses*, 5(1).