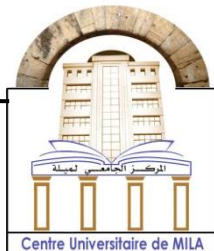


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques et Agricoles

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Thème :

Evaluation du risque de brucellose lié à la consommation humaine du lait cru

Dans la région de Mila

Présenté par :

- Krinah chaima
- Zamcha sara

Devant le jury :

NOUICHI Sihem

BOUKEZOULA Fatima

LAGHOUATI Ouafa

Grade MCA

Grade MCA

Grade MCB

Présidente

Examinatrice

Promotrice

Année Universitaire : 2024/2025



Remerciement

Avant tout, nous louons ALLAH AZZAWAJL Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, le courage, la santé et la volonté qui nous ont permis d'accomplir ce modeste travail.

S'il a fallu beaucoup de motivation et de rigueur pour achever ce mémoire, ce travail de recherche n'aurait pu être réalisé sans la contribution de nombreuses personnes auxquelles nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude :

Nous adressons nos sincères remerciements et notre reconnaissance à nos professeurs respectés, qui ont été un excellent soutien tout au long de nos années d'études, ne nous ayant jamais refusé leur savoir ni leurs conseils avisés. Nous remercions tout particulièrement Madame Laghouati Ouafa pour la supervision généreuse et l'accompagnement constant durant la préparation de cette recherche.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à nos enseignantes Boukezoula fatima pour avoir accepté de présider le jury de notre mémoire et Nouichi Siham d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à la Direction des Services Agricoles ainsi qu'à la Direction de la Santé et de la Population pour leur coopération précieuse et pour nous avoir permis de bénéficier de leur expertise et de leurs données sur le terrain, qui ont largement enrichi le contenu de ce mémoire. Nous ne saurions oublier de remercier tout particulièrement la vétérinaire Nadia Talhi, qui n'a pas hésité à nous apporter son aide et son soutien avec beaucoup d'attention, tant par ses conseils professionnels que par son appui humain.

Nous remercions aussi l'Université Abdelhafid Boussouf-Mila et le personnel administratif pour les facilités et aides qu'ils nous ont fournies tout au long de notre parcours universitaire.

Nous prions Dieu que ce travail soit une étape bénie dans notre quête de savoir, qu'il nous profite ainsi qu'à autrui



Dédicace

Du fond d'un cœur éprouvé par les tentatives, et éclairé par la grâce divine à chaque pas, je rends grâce à ALLAH sans cesse pour son soutien et sa générosité infinie.

Je dédie ma remise de diplôme à :

À celui qui a été mon premier soutien dans les moments difficiles, mon ombre sous la chaleur, le battement qui renforce ma détermination chaque fois que la vie m'a déçue, et qui a toujours été mon modèle, mon père bien-aimé" Saad ".

À celle qui m'a portée dans son cœur avant de me prendre dans ses bras, qui a veillé pour que je puisse me reposer dans son étreinte chaleureuse, et qui est la source de ma force et de ma générosité, ma chère mère" Saliha ".

À celles qui ont partagé mon enfance, mes rêves et mes douleurs, et dont la présence a toujours été une source de réconfort et de joie, à mes bénédictions, mes chères sœurs " Inas, Marwa, Siham, Zineb" ainsi qu'à la lumière de la maison et à la tendresse incarnée, ma petite sœur "Fatima zohra".

À mes deux petits anges, la fleur de mes jours, mes adorables nièces " Eline " et "Tawba "vous êtes mon rêve à venir et mon avenir radieux.

À mes compagnes de route et de souvenirs, celles qui ont rêvé de succès avec moi, mes fidèles amies Nada, Lamiss et Lina.

À tous ceux qui ont été pour moi une raison d'accomplir ce parcours, et à tous ceux dont le soutien a été une lumière dans l'obscurité du chemin, je vous dédie le fruit de mon travail et de ma fierté.

CHAIMA

Dédicace



À ceux qui ont été mon véritable soutien et mon appui à chaque étape de ce parcours académique :

À mon cher père "Mohamed," Homme de principes et de valeurs, qui n'a jamais cessé de donner et de se sacrifier. Tu occupes une place immense dans mon cœur. Je prie Dieu de t'accorder santé et longue vie.

À ma chère mère "Hafidha," Source de tendresse et de force, tes prières m'ont réconforté dans les moments difficiles et ton encouragement a alimenté mon chemin.

Je t'adresse tout mon amour et ma gratitude. Que Dieu te préserve et te comble de bienfaits.

À mes frères bien-aimés : "Youssef et Walid," Et à mes chères sœurs : "Widad et Wahida," Vous êtes le pilier solide de ma vie. Grâce à votre soutien, j'ai surmonté bien des épreuves.

À mes chers neveux : "Siraj Eddine", "Baha Eddine" et "Taqi Eddine," Vous êtes la lumière de demain et l'espoir de l'avenir. J'espère que cette réussite sera une source d'inspiration pour réaliser vos rêves. À mes petites princesses : "Tasnim et Ranim", Votre innocence et vos sourires ont illuminé mes jours et adouci mes peines. Vous apportez tant de joie à ma vie.

À mes chers neveux et nièces : "Islam, Arij et Anas," Je vous souhaite un avenir plein de réussite et de bonheur. Que vos ambitions prennent vie.

**À mes fidèles amies de route : "Zina et Rania",
Vous avez été la lumière dans les moments de fatigue, et la belle compagnie sur le chemin du savoir.**

**Merci pour votre amitié sincère et votre présence constante.
Et à toute ma grande famille, ainsi qu'à tous ceux qui m'ont soutenu d'un mot, d'une prière ou d'un geste,
Je vous dédie ce travail modeste en signe d'amour, de fidélité et de profonde reconnaissance**

SARA

Résumé :

La brucellose est une maladie bactérienne qui touche à la fois l'homme et l'animal, et elle représente un problème majeur de santé publique en Algérie. Ce travail est une étude rétrospective sur la prévalence de la brucellose animale et humaine et les risques de cette maladie liée à la consommation de lait cru dans la wilaya de Mila durant la période s'étalant de Janvier 2020 au mois de Mars 2025. Elle comporte des visites au niveau de la direction des services agricoles (DSA) et la direction de la santé et de la population (DSP) ; afin de recueillir un maximum d'information sur la situation épidémiologique de la brucellose dans cette région.

L'analyse des données fournis par ces deux directions ont révélé des taux variables de prévalence de la maladie et d'abattage sanitaire des animaux infectés pour les trois espèces animales (bovine, caprine et ovine) et d'une année à l'autre. Ces infections ont touché la majorité des communes de la wilaya, avec une concentration relative dans certaines zones. En plus, une baisse préoccupante du dépistage sérologique de la brucellose chez les animaux a été enregistrée ; ce qui engendre à une augmentation notable des personnes touchés, avec un total de 41 cas recensés en 2024. Sachant que, le pic de la brucellose humaine a été observé durant la saison estivale avec une concentration majeure dans les communes de Chelghoum Laïd, Tadjenanet et Aïn Beida Harriche. La consommation de lait cru constitue le facteur de risque prédominant avec (30%).

À la lumière de ces résultats, le risque de brucellose lie à la consommation du lait cru est accentué de façon progressive chaque jour. En plus, le programme de lutte mis en place contre cette zoonose dans la Wilaya n'était pas suffisamment efficace, et qu'une grande partie du cheptel était encore atteint.

Mots-clés : Brucellose, lait cru, wilaya de Mila, prévalence, abattage sanitaire, dépistage, facteurs de risques

الملخص :

الحمى المالطية هو مرض بكتيري يصيب الإنسان والحيوان على حد سواء، ويمثل مشكلة صحية هامة للصحة العامة في الجزائر. هذا العمل عبارة عن دراسة بأثر رجعي لانتشار الحمى المالطية الحيوانية والبشرية ومخاطر هذا المرض المرتبطة باستهلاك الحليب الخام في ولاية ميلة خلال الفترة من جانفي 2020 إلى مارس 2025. وتشمل زيارات إلى مديرية المصالح الفلاحية ومديرية الصحة والسكان من أجل جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات عن الوضع الوبائي لمرض الحمى المالطية في المنطقة

كشف تحليل البيانات المقدمة من طرف هاتان الإدارتان عن نسبة متفاوتة لانتشار المرض والذبح الصحي للحيوانات المصابة بالنسبة لأنواع الحيوانات الثلاثة (الابقار والماعز والأغنام)، ومن سنة إلى أخرى. وقد طالت هذه الإصابات معظم بلديات الولاية، مع تركيز نسبي في مناطق معينة. بالإضافة إلى ذلك، كان هناك انخفاض مثير للقلق في الفحص المصلي للحمى المالطية الحيوانية، مما أدى إلى زيادة كبيرة في عدد الأشخاص المصابين، حيث تم تسجيل ما مجموعه 41 حالة في عام 2024. ولوحظت ذروة الإصابة بالحمى المالطية البشرية خلال موسم الصيف، مع تركيز كبير في بلديات شلغوم العيد وتادجناننت وعين البيضاء الحريشة كما ان استهلاك الحليب الخام هو عامل الخطر السائد

في ضوء هذه النتائج، يتزايد خطر الإصابة بداء البروسيل المرتبط باستهلاك الحليب الخام يوماً بعد يوم. بالإضافة إلى ذلك، فإن برنامج المكافحة الذي تم وضعه ضد هذا المرض الحيواني في الولاية لم يكن فعالاً بما فيه الكفاية، ولا تزال نسبة كبيرة من الماشية مصابة

الكلمات المفتاحية : الحمى المالطية، الحليب الخام، ولاية ميلة، الانتشار، الذبح الصحي ، الفحص، عوامل الخطر

Abstract :

Brucellosis is a bacterial disease affecting both humans and animals, and represents a major public health problem in Algeria. This work is a retrospective study of the prevalence of animal and human brucellosis and the risks of this disease linked to the consumption of raw milk in the wilaya of Mila during the period from January 2020 to March 2025. It includes visits to the Agricultural Services Department (ASD) and the Health and Population Department (HPD), in order to gather as much information as possible on the epidemiological situation of brucellosis in the region.

Analysis of the data provided by these two departments revealed varying rates of disease prevalence and sanitary slaughter of infected animals for the three animal species (bovine, caprine and ovine), and from one year to the next. These infections affected most of the wilaya's communes, with a relative concentration in certain areas. In addition, a worrying drop in serological screening for brucellosis in animals was recorded, leading to a significant increase in the number of people affected, with a total of 41 cases recorded in 2024. The peak of human brucellosis was observed during the summer season, with a major concentration in the communes of Chelghoum Laïd, Tadjenanet and Aïn Beida Harriche. Consumption of raw milk is the predominant risk factor (30%).

In the light of these results, the risk of brucellosis linked to the consumption of raw milk is gradually increasing every day. What's more, the zoonosis control program implemented in the Wilaya was not sufficiently effective, and a large proportion of the herd was still affected.

Keywords: Brucellosis, raw milk, Mila wilaya, prevalence, stamping out, screening, risk factors.

Liste Des Abréviations

Abréviations	Significations
ADN	Acide désoxyribonucléique.
ARVr 16s	Acide Ribonucléique Ribosomique 16 s.
B	<i>Brucella</i>
CCA	la commission du codex alimentarius
COVID 19	corona virus disease 2019
DSA	direction des services agricoles
DSP	direction de la santé et de la population
DAOA	Denrées Alimentaires d'Origine Animale
EAT	Epreuve de l'antigène tamponnée
ELISA	enzyme –linked immunosorbent assay
ERM	évaluation des risques microbiologique
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
Ig A	Immunoglobuline A
Ig M	Immunoglobuline M
Ig G	Immunoglobuline G
LPS	Lipopolysaccharide
OMS	Organisation mondiale de la santé
OIE	Office international des Epizooties
PCR	Réaction de polymérisation en chaîne
PH	potentiel hydrogène
R-LPS	Lipopolysaccharide rugueux
RT	Ring test
RELp	Régulateur des protéines extracellulaire de liaison
S-LPS	Lipopolysaccharide lisse
TRB	Rose Bengale
VirB	Virulence B
%	pourcentage
°C	degré Celsius

Liste Des Figures

N°	Titres	Pages
01	Composantes de l'évaluation des risques microbiologiques (ERM)	03
02	Sources et modes de transmission de la brucellose chez les animaux et l'homme	16
03	Présentation géographique de la wilaya de Mila.	26
04	Nombre des bovins dépistés de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024)	28
05	Taux de dépistage de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024)	29
06	Répartition des bovins dépistés par sérologie (2020-Mars 2025)	29
07	Prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025)	30
08	Taux d'abattage sanitaire des bovins infectés (2020-mars -2025)	31
09	Nombre des cas de brucellose bovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)	32
10	Répartition des caprins dépistés par sérologie (2020-mars 2025)	33
11	Prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)	34
12	Taux d'abattage des caprins durant les années 2020-mars -2025	35
13	Nombre des cas de brucellose caprine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025)	36
14	Répartition des ovins dépistés par sérologie de l'année 2020-mars 2025.	37
15	Prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)	38
16	Taux d'abattage sanitaire durant les années (2020-Mars 2025)	39
17	Nombre des cas de brucellose ovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025)	40
18	Nombre de cas atteints de brucellose humaine	41
19	Nombre des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022 -2024)	42
20	Nombre des cas de brucellose humaine par mois (Janvier –Mars 2025)	42
21	Nombre des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022- Mars 2025).	44
22	Facteurs de risque liés à la brucellose.	45

Liste Des Tableaux

N°	Titres	Pages
01	Dangers possibles dans les DAOA.	05
02	Espèces de Brucella et leurs hôtes de préférence	12
03	Résultats du dépistage de la brucellose bovine	28
04	Prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila	30
05	Taux d'Abattage sanitaire des cas positifs	31
06	Nombre des cas de brucellose bovine par commune infectée (2020- mars 2025)	32
07	Prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025)	34
08	Taux de l'abattage sanitaire des cas positifs chez les caprins.	35
09	Nombre des cas de brucellose caprine par Commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025)	36
10	Prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025).	37
11	Abattage sanitaire des cas positifs chez les ovins.	38
12	Nombre des cas de brucellose ovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025)	39
13	Nombre de cas de la brucellose humaine par année (2022- Mars 2025)	41
14	Répartition des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022-2024).	41
15	Répartition des cas de brucellose humaine par mois (Janvier – Mars 2025)	42
16	Nombre des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022-2025)	43
17	Facteurs de risque liés à la brucellose.	44

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT

DEDICACE

RESUME

ملخص

ABSTRACT

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....01

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Analyse des risques

1. Définition03

2. Historique.....04

2.1. Pratiques empiriques.....04

2.2. Pratiques modernes.....04

3. Evaluation des risques.....05

3.1. Identification du danger.....05

3.2. Caractérisation du danger.....06

3.3. Evaluation de l'exposition.....06

3.4. Caractérisation des risques.....06

4. Gestion des risques.....06

5. Communication sur les risques.....08

Chapitre II : Dangers microbiologiques liés au lait : Brucellose

1. Le danger microbiologique lié au lait.....09

1.1. Agents infectieux provenant des animaux.....09

2. Données générales sur les brucelloses.....09

2.1. Définitions.....09

2.2 . Importance socio-économique.....	10
2.2.2. Impacts sociaux.....	10
2.2.2. Impacts économique.....	10
2.3. Agents pathogènes : les brucelles.....	10
2.3.1. Propriétés généraux.....	10
2.3.1. Taxonomie.....	11
2.3.2. Pouvoir pathogène.....	12
2.3.3 Pouvoir antigénique et immunogène.....	13
2.4. La résistance.....	14
2.5. Épidémiologie de la brucellose.....	14
2.5.1. Épidémiologie analytique.....	14
2.5.1.1. Sources et modes d'infection.....	14
2.5.1.2. Facteurs de réceptivité et de sensibilité.....	16
2.5.2. Epidémiologique synthétique.....	18
2.6. Stratégies habituelles de détection de la brucellose et leurs limites.....	19
2.6.1. Diagnostic clinique	19
2.6.2. Méthodes bactériologiques directes.....	19
2.6.2. Méthodes bactériologiques directes.....	19
2.6.3. Diagnostic par Biologie moléculaire.....	20
2.6.4. Méthodes bactériologiques indirectes.....	20
2.6.4.1. Test de l'anneau ou Ring test.....	20
2.6.4.2. Epreuve de l'Antigène Tamponnée (EAT) ou Rose Bengale.....	20
2.6.4.3. ELISA (Enzym Linked Immunosorbent Assay).....	22
2.6.4.4. L'allergologie.....	22
2.6.5. Limites des tests sérologiques.....	23
2.7. Moyens de lutte.....	23
2.7.1. Mesures sanitaires.....	23
2.7.2. Mesures médicales (La vaccination).....	24

ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et Méthodes

1. Objectif	26
2. Matériel et méthode	26
2.1. Présentation de la Zone d'étude	26
2.2. Etude rétrospectifs.....	27
2.3. Difficultés rencontrés et limites de l'étude	27
2.4. Traitements statistiques.....	27

Chapitre II : Résultats et Interprétations

3. Résultats et interprétations	28
3.1. La brucellose bovine.....	28
3.1.1. Taux de dépistage de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024).....	28
3.1.2. Résultat de Dépistage sérologique.....	29
3.1.3. Résultat de la prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	30
3.1.4. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	31
3.1.5. Résultats des cas de brucellose bovine par commune infectée.....	31
3.2. La Brucellose caprine.....	32
3.2.1. Résultat de Dépistage sérologique.....	33
3.2.2. Résultat de la prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	33
3.2.3. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	34
3.2.4. Résultats des cas de brucellose caprine par commune infectée.....	35
3.3. La Brucellose ovine.....	37
3.3.1. Résultats Dépistage sérologique.....	37
3.3.2. Résultat de la prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	37
3.3.3. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).....	38
3.3.4. Résultats des cas de brucellose ovine par commune infectée.....	39
3.4. La brucellose humaine.....	40
3.4.1. Résultat globale (2022 - mars 2025).....	40
3.4.2. Résultats des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022-2024).....	41
3.4.3. Résultats des cas de brucellose humaine par mois (Janvier – Mars 2025).....	42

3.4.4. Résultats des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022- mars 2025)...43

3.4.5. Résultats des facteurs de risque liés à la brucellose44

Chapitre III : Discussion

4. Discussion46

Conclusions et Recommandations.....53

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Introduction

Les produits d'origine animale sont un élément essentiel du régime alimentaire et un moyen de subsistance important pour de nombreuses communautés dans le monde (**Roesel et al., 2016**). Parmi ces produits se trouve le lait cru qui est un fluide biologique naturel et une source importante d'énergie et de protéines de haute qualité, en plus de contenir des composés efficaces dont le calcium et le magnésium, qui contribuent à répondre aux besoins nutritionnels (**FAO., 2017**).

Cependant, ce produit pourrait être l'une des principales voies de transmission des maladies infectieuses des animaux aux êtres humains ; comme la brucellose, également connue sous le nom de fièvre de Malte ou fièvre méditerranéenne. C'est l'une des maladies infectieuses les plus répandues dans le monde, dont la transmission de l'infection se fait surtout à partir de la consommation du lait cru ou la manipulation des avortons, ce qui causant des impacts importants sur la santé publique, le bien-être animal et la sécurité alimentaire (**Kefi et al., 2015 ; Abera et al., 2016 ; Whatmore et al., 2016 ; Muhldorfer., 2017**) .

En Algérie, la brucellose est restée une source de préoccupation jusqu'à présent, elle occupe la première place dans les zoonoses à déclaration obligatoire, avec une moyenne de 5000 cas humains déclare annuellement (**Lounes., 2024**).

La wilaya de Mila est l'une des régions agro-pastorales par excellence, où un nombre important d'habitants dépend de l'élevage comme principale source d'activité et de revenus. Cette activité comprend l'élevage stable et le pâturage transhumant, ce qui fait de l'élevage une partie essentielle de la vie des habitants de la wilaya. Cependant, la propagation de cette maladie dans la wilaya de Mila a un impact négatif sur la production animale et la santé publique.

Dans ce contexte, nous avons intéressé par cette étude pour améliorer la santé publique par une maîtrise des risques à l'interface homme-animal et par conséquent atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Déterminer le risque de brucellose lié à la consommation du lait cru ;
- ✓ Evaluer de la prévalence de la brucellose humaine et animale (bovine, ovine et caprine) et l'appréciation des zones endémiques ;
- ✓ Evaluer les taux de dépistage sérologique de la maladie ;
- ✓ Evaluer les taux d'abattage sanitaire des animaux infectés ;

- ✓ Déterminer les facteurs de risque de la brucellose.

Notre travail comprend deux parties, la première partie une étude bibliographique sur le sujet composé de deux chapitres : Analyse Des Risques et Danger microbiologique lié au lait (brucellose).

La deuxième partie une étude expérimentale comprend les chapitres Matériel et Méthodes adaptés pour la réalisation de travail, les Résultats obtenus après l'étude statistique de la prévalence de la brucellose animale et humaine dans la wilaya de Mila ainsi que les chapitres Discussion et Conclusion.

PARTIE I :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I :

Analyse Des Risques

1. Définition

L'analyse des risques est un processus systématique visant à identifier et évaluer les risques liés à la sécurité alimentaire. Le terme *risque* fait référence à la probabilité d'occurrence ou présence d'un danger ait des conséquences néfastes sur la santé publique.

Selon la Commission du Codex Alimentarius (CCA), l'analyse des risques est une évaluation systématique des dangers potentiels liés aux aliments et le terme «risque» comme la fonction de probabilité d'un effet nocif et de la gravité de cet effet, du fait de l'existence d'un ou plusieurs danger(s) alimentaire(s). C'est un processus comportant trois composantes, dont l'évaluation des risques, la gestion des risques et la communication à propos des risques.

Cela se fait en s'appuyant sur les conseils scientifiques fournis par la FAO (Food agricultural Organisation) et l'organisation mondiale de la santé (OMS), conformément aux principes et directives établis par la CCA, afin de garantir la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale .(FAO/OMS.,2012 ; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 et FAO/OMS., 2021)

La figure 01 donné les éléments constitutifs de l'Évaluation des Risques Microbiologiques (ERM).

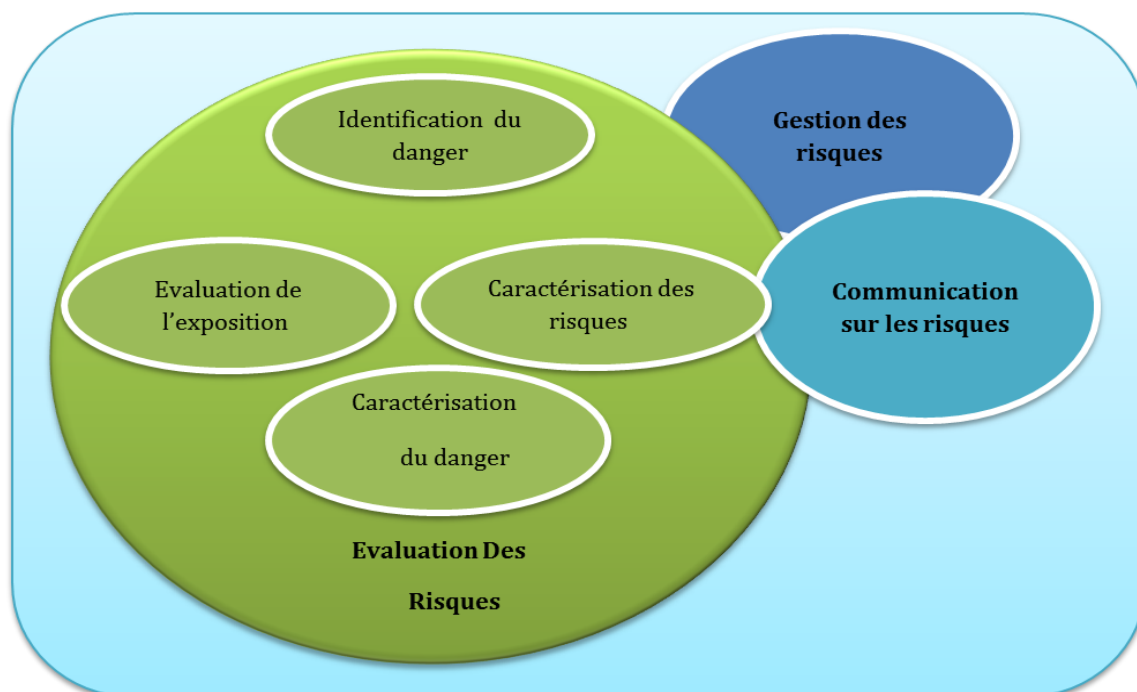


Figure 01 : Composantes de l'évaluation des risques microbiologiques (ERM).

(Bonfoh et al., 2010 ; OMS., 2012)

2. Historique

2.1. Pratiques empiriques

Il existe différents types de risques, mais dans notre étude nous nous concentrerons sur les risques provoqués par les dangers liés aux Denrées Alimentaires d'Origine Animale (DAOA) et plus particulièrement les risques microbiologiques associés à la consommation de lait frais (Consommation humaine), sous une forme ou une autre, l'analyse des risques est utilisée depuis des siècles . Chaque fois que quelqu'un prend la décision volontaire de ne pas manger un aliment parce que celui-ci lui semble suspect, il entreprend en fait une procédure d'évaluation qui repose sur une analyse de la situation et conduit à une évaluation des conséquences possibles de la consommation de cet aliment **(Sow ,2011)**.

La décision de ne pas manger cet aliment est une simple forme d'évaluation des risques basée sur des observations sensorielles de l'apparence visuelle, de l'odeur et du goût. La décision de ne pas consommer cet aliment parce qu'il peut provoquer une infection est donc une décision de gestion des risques **(Sow ,2011)**.

Lorsque d'autres personnes prennent connaissance de votre évaluation, on considère que vous avez envoyé un message avertissant les autres de l'infection potentielle. Ainsi, l'analyse des risques repose sur trois éléments de base : l'évaluation des risques, la gestion des risques et la communication des risques. Mais à l'heure actuelle, l'observation, le goût et l'odorat sont devenus inefficaces pour éviter les risques **(Sow ,2011)**.

2.2. Pratiques modernes

L'Organisation mondiale de la santé animale (OIE), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture / l'Organisation mondiale de la santé (FAO/OMS) ont établi une législation pour réguler la situation par le biais des normes alimentaires de la Commission du Codex Alimentarius et de la mise en place de projets alimentaires sûrs, en plus de diverses conférences visant à fournir des évaluations des risques pour protéger la santé humaine (l'évaluation des risques microbiologiques comme moyen de guider les actions visant à améliorer la sécurité alimentaire) **(Halimatou.,2014)**.

3. Evaluation des risques

L'évaluation des risques est un processus scientifique visant à évaluer les risques potentiels pour la santé et leurs effets susceptibles de menacer la santé humaine selon la FAO et l'OMS, l'évaluation des risques comprend l'analyse des dangers microbiologiques ou chimiques présents dans les aliments, il comprend les étapes suivantes : Identification du danger, caractérisation du danger, évaluation de l'exposition, caractérisation des risques (OMS.,2012 ; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS.,2021).

3.1. Identification du danger

D'après Sanaa *et al.*, (2002) , un danger est constitué par tout agent biologique, chimique ou physique pouvant avoir un effet néfaste sur la santé. Dans le cas des maladies infectieuses transmissibles par les aliments, il s'agit d'un agent microbien présent dans les aliments et capable d'entraîner un effet néfaste chez l'homme. L'identification du danger est l'étape permettant de dresser la liste des dangers associés à un aliment ou à un groupe d'aliments pour lesquels il est intéressant de mener une appréciation des risques.

Il est considéré comme la premier étape de l'évaluation et constitue un processus qualitatif visant à identifier les agents biologiques, chimiques ou physiques qui peuvent être présents dans les aliments et susceptibles de provoquer des effets nocifs sur la santé. Ce processus comprend l'identification des microorganismes, des toxines ou de tout autre contaminant pouvant entraîner la formation d'une menace pour la santé humaine lorsqu'ils y sont exposés par la consommation d'aliments. (OMS., 2012; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021).

Le tableau suivant donne les dangers possibles dans les Denrées Alimentaires d'Origine Animale (DAOA).

Tableau 01: Dangers possibles dans les DAOA. (Bonfoh *et al.*, 2010)

Microbiologiques	Chimiques	Physiques
Infections bactériennes	Toxines	Métal
Organes toxigènes	Additifs alimentaires	Plastique
Moisissures	Résidus de pesticides	Bris de verre
Parasites	Résidus des médicaments	Pierre
Virus	Produits chimiques dans l'environnement.	Morceaux de bois
Prions	Contaminants issus d'emballages	Fragments d'os
	Allergènes	

3.2. Caractérisation du danger

C'est une évaluation qualitative ou / et quantitative de la nature des effets nocifs possibles sur la santé associés à des facteurs biologiques, chimiques ou physiques présents dans les aliments. La caractérisation des dangers comprend la détermination de la présence possible d'une relation dose-réponse, c'est-à-dire la détermination de la façon dont la quantité de substance nocive affecte l'organisme, en notant que les effets peuvent varier en fonction de la dose (OMS., 2012 ; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021).

3.3. Evaluation de l'exposition

Il s'agit d'une évaluation quantitative ou / et qualitative du niveau de danger potentiel auquel les individus peuvent être exposés lorsqu'ils consomment certains aliments qui peuvent contenir des agents nocifs tels que des substances biologiques, chimiques et physiques (OMS., 2012 ; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021).

3.4. Caractérisation des risques

C'est l'intégration des résultats obtenus à travers les trois étapes, à savoir l'identification du danger, la caractérisation du danger et l'évaluation de l'exposition. Afin d'estimer qualitativement et /ou quantitativement la probabilité et la gravité des effets négatifs sur la santé humaine dans un groupe de population spécifique. C'est la base qui aide les gestionnaires de risques à prendre des décisions, étudiées et soutenues par les meilleures preuves scientifiques disponibles (OMS.,2012;FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021).

4. Gestion des risques

La gestion des risques est un processus de mise en œuvre global qui vise à faire face aux risques potentiels de manière systématique pour protéger la santé des consommateurs et promouvoir des pratiques commerciales équitables. Il est distinct de l'évaluation des risques car il met l'accent sur la prise des mesures de prévention et de contrôle nécessaires pour minimiser les risques identifiés. Ce processus comprend la consultation de toutes les parties intéressées, en tenant compte de l'évaluation des risques et d'autres facteurs susceptibles d'influencer l'adoption de décisions appropriées (OMS.,2012; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021)

La gestion des risques a été examinée en 1997 lors de la consultation FAO/Organisation du Mondial pour Commerce (FAO/OMC). Cette consultation s'était portée

sur l'examen des pratiques actuelles de gestion des risques par le *Codex* et les comités d'experts. Elle a proposé des définitions, identifié les composantes de la gestion des risques et précisé les principes généraux de la gestion des risques alimentaires. Elle a établi que la gestion des risques était le principal élément de la procédure d'analyse des risques et a retenu quatre composantes fondamentales pour la gestion des risques **(FAO/OMS., 2021)**:

- ✓ Evaluation des risques
- ✓ L'évaluation des différentes options de gestion des risques
- ✓ L'exécution de la décision de gestion
- ✓ Le suivi et contrôle

Selon la Commission du Codex Alimentarius, un ensemble de principes de base a été identifié sur lequel la gestion des risques de nocivité des aliments devrait être basée **(FAO/OMS., 2019)** :

- Principe 1 : l'objectif principal devrait être de protéger la santé des consommateurs tout en évitant toute différence injustifiée dans la gestion des risques.
- Principe 2 : la gestion des risques doit suivre une approche structurée
- Principe 3 : la gestion des risques devrait être fondée sur une évaluation précise des risques et tenir compte de la santé du consommateur.
- Principe 4 : toutes les étapes de la chaîne alimentaire doivent être prises en compte lors de la gestion des risques.
- Principe 5 : les décisions et les mesures de gestion des risques doivent être documentées et transparentes.
- Principe 6 : la gestion des risques devrait évaluer chaque option en fonction de son efficacité et de l'étendue de son impact sur la santé du consommateur, ainsi que des perspectives avec l'option la moins intrusive.
- Principe 7 : la gestion des risques devrait garantir qu'aucun obstacle injustifié au commerce n'est créé ou imposé.
- Principe 8 : la gestion des risques devrait être un processus continu dans lequel les normes de salubrité des aliments sont mises à jour périodiquement en fonction de nouvelles données.

5. Communication sur les risques

Il s'agit d'un processus interactif par lequel des points de vue et des informations sont échangés avec toutes les parties intéressées, qu'il s'agisse des gestionnaires du risque, les consommateurs, l'industrie, la communauté scientifique. L'objectif de ce processus est d'informer le public des résultats de l'évaluation des risques et d'expliquer le fondement des décisions de gestion des risques, en plus de s'assurer que les personnes concernées ont une compréhension suffisante de ces risques et de la manière de les gérer pour contribuer à la protection de leur santé et de la santé des autres. **(OMS.,2012; FAO/OMS.,2019;FAO/OMS.,2020 ; FAO/OMS., 2021)**

Cette communication sur les risques est basée sur un ensemble de principes de base définis par la Commission du Codex Alimentarius, qui vise à promouvoir une communication efficace et inclusive; **(FAO/OMS., 2019)**, à savoir:

- Principe 1 : Promouvoir la sensibilisation et assurer une bonne compréhension du public des questions liées aux risques.
- Principe 2 : Assurer la cohérence et la transparence dans la présentation des décisions de gestion des risques
- Principe 3 : Clarifier et fournir la base nécessaire pour comprendre les décisions proposées en matière de gestion des risques.
- Principe 4 : Améliorer l'efficacité et l'efficience de la réalisation d'une analyse complète des risques.
- Principe 5 : Renforcer la coopération et les relations professionnelles entre les parties participantes.
- Principe 6 : Une communication plus claire aide le public à renforcer la confiance dans la sécurité des aliments.
- Principe 7 : Faciliter et encourager la participation appropriée de toutes les parties intéressées.
- Principe 8 : Échange et partage d'informations des parties intéressées concernant les préoccupations liées aux risques.

Chapitre II :

Danger microbiologique lié
au lait : la brucellose

1. Le danger microbiologique lie au lait

Indique la possibilité du plus grand danger, qui est la contamination des produits laitiers par des agents infectieux représentés par des bactéries, des virus, des champignons ou des toxines produits par des microorganismes. Ces facteurs peuvent provenir de diverses sources, les principales étant les animaux, l'environnement, les matériaux, les matières premières ou les personnes qui sont en contact avec la production de sorte que ce risque représente une menace pour la santé des consommateurs (Fenafils et al., 2011 ; Gret et Iprolait, 2020)

1.1. Agents infectieux provenant des animaux

Ce sont des agents infectieux qui peuvent être transmis de l'animal à l'homme par la consommation de produits d'origine animale, en particulier le lait, considéré comme un milieu infectieux. Parmi ces agents, il y a des bactéries du genre *Brucella*, qui provoquent la brucellose (Fenafils et al., 2011 ; Gret et Iprolait, 2020)

2. Données générales sur les brucelloses

2.1. Définitions

D'une façon générale, la brucellose ou fièvre de Malte ou fièvre sudéro-algique ou fièvre ondulante ou Mélitococcie est une maladie réputée contagieuse et classée sur la liste unique des maladies animales graves de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OIE, 2009).

La brucellose animale est une maladie infectieuse contagieuse d'origine animale qui se transmet à l'homme, on parle de zoonose. Elle est causée par les bactéries du genre *Brucella*. Cette maladie est présente partout dans le monde, et peut affecter la majorité des mammifères, domestiques ou sauvages : bovins (vache), ovins (moutons), porcs, caprins (chèvres), et chiens. Cette maladie infectieuse, contagieuse et transmissible, se manifeste habituellement chez les animaux, sur le plan clinique, par des avortements d'où le nom d'avortement épizootique. (Bensafi et al., 2021 ; Charline., 2024)

Bellamine et al., 2012) ont défini la brucellose humaine comme suit : «est une maladie infectieuse d'origine animale (anthropozoonose), transmise principalement par voie digestive ou cutanée. Elle est fréquente dans les régions du bassin méditerranéen, du Moyen-Orient et de l'Afrique. Elle est causée par différentes espèces de bactéries du genre *Brucella*, et se manifeste par des symptômes pseudo-grippaux pouvant évoluer vers des complications graves en l'absence de traitement ».

2.2 . Importance socio-économique

2.2.1. Impacts sociaux

La brucellose est un agent pathogène de plus en plus préoccupant dans le domaine de la santé publique et de la médecine vétérinaire. Depuis 1955, les États-Unis produisent des bombes contenant la bactérie *B.suis*, cela indique qu'il peut être utilisé dans le bioterrorisme. Cette maladie, qui touche à la fois les humains et les animaux, pose de grands défis en raison de sa prévalence croissante dans la vie sauvage. L'inefficacité de certains vaccins disponibles et la découverte d'un nouveau réservoir chez les mammifères marins (**Bouchahed et Gheribi, 2016**). L'incidence mondiale de la brucellose est d'environ 500.000 cas/an (**Holzapfel., 2018**)

Le danger de cette maladie réside dans plusieurs aspects, notamment la difficulté de son diagnostic et de son traitement. Ses symptômes sont similaires à ceux d'autres maladies, comme le paludisme, ce qui retarde un diagnostic précis. Elle se transmet également par la consommation et l'ingestion de produits animaux infectés, ce qui la rend encore plus difficile à contrôler (**Harouna., 2014**).

2.2.2. Impacts économique

Les pertes économiques liées à la brucellose sont les suivantes selon **Holzapfel., (2018)** :

- ✓ Pertes directes associées à la maladie chez l'homme : coûts du diagnostic clinique et de laboratoire, coûts du traitement et abandon ;
- ✓ Pertes directes liées aux maladies animales : baisse de la production de lait et de laine, infertilité, avortement, naissance de veaux faibles et coûts des traitements vétérinaires ;
- ✓ Pertes indirectes liées à l'impact sur le commerce des animaux et des produits d'élevage).

2.3. Agents pathogènes : les brucelles

2.3.1. Propriétés généraux

La brucellose est due à une bactérie du genre *Brucella* qui est un coccobacille intracellulaire facultatif; Gram négatif, immobile, non capsulé, sans flagelles et non sporulé. C'est un pathogène qui tolère les températures jusqu'à 40°C et un pH optimal de 6,8. Les brucelles sont cultivées en aérobiose stricte et en présence de thionine; produisent du H₂S et interviennent dans le métabolisme oxydatif en présence de divers substrats. Elles résistent à la décoloration par des acides faibles (ce qui explique l'utilisation de la coloration spéciale notamment celle de Stamp et Machiavello).

Les colonies de brucelles apparaissent constantes, rondes, translucides, lisses ou rugueuses et convexes aux contours nets. **(Yanagi et Yamasato, 1993)**

2.3.1. Taxonomie

Le genre *Brucella* appartient à la classe *Alphaproteobacteria* et au phylum *Proteobacteria*. Il est classé dans l'ordre *Rhizobiales* et la famille *Brucellaceae* **(Addis., 2015)**. Selon la séquence de l'ARNr 16S, ce genre forme un groupe monospécifique et le genre *Ochrobactrum* est son plus proche parent phylogénétiquement il est responsable d'infections opportunistes chez l'homme **(Whatmore et al ., 2014 ; Ponsart et al .,2020)**. Actuellement, il existe douze espèces connues de *Brucella* :

- Six espèces « classiques » : *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. ovis*, *B. canis*, *B.neotomae*, **(Whatmore et al ., 2014 ; Addis.,2015 ; Ponsart et al .,2020)**
- Les espèces découvertes plus récemment : *B. microti*, *B. ceti*, *B. pinnipedialis*, *B.inopinata*, *B. vulpis*, *B. papionis*. **(Whatmore et al ., 2014 ;Ponsart et al .,2020)**

Un biovar (biotype) de la bactérie brucella est définit comme un ensemble de souches d'une même espèce possédant des critères biochimiques et physiologiques communs. Le nombre de biovars connus pour trois espèces de *Brucella* peut être précis comme suit :

- *Brucella melitensis* : 3 biovars.
- *Brucella abortus* : 7 biovars ont été décrits
- *Brucella suis* : 5 biovars **(Whatmore et al ., 2014 ;Ponsart et al .,2020 ; Qureshi et al .,2023)**

La nomenclature de chaque espèce de *Brucella* est souvent basée sur l'animal à partir duquel la bactérie a été isolée pour la première fois. Cela correspond parfois à son hôte préférentiel **(Qureshi et al ., 2023)** (Tableau 02) .

Tableau 02 : Espèces de *Brucella* et leurs hôtes de préférence (Ponsart et al ., 2020)

Espèce	Biovars	Répartition géographique principale	Hôte animal habituel	Pathogénicité chez l'homme
<i>B. abortus</i>	1 à 6, 9	Ubiquitaire	bovins, ongulés sauvages	modérée
<i>B. melitensis</i>	1 à 3	Bassin méditerranéen, Moyen orient	ovins, caprins, ongulés sauvages	forte
<i>B. suis</i>	1 et 3	Amérique, Asie, Océanie	suidés	forte
	2	Europe centrale et occidentale	suidés et lièvres	faible
	4	Amérique du Nord, Russie	rennes	modérée
	5	Russie	rongeurs sauvages	forte
<i>B. canis</i>	-	Ubiquitaire (notamment Amérique du sud)	chiens	faible
<i>B. ovis</i>	-	Bassin méditerranéen	ovins	nulle
<i>B. neotomae</i>	-	Utah (Etats-Unis)	rats du désert	2 cas décrits
<i>B. ceti</i>	-	Océans Atlantique et Pacifique, mer du Nord, mer Méditerranée	cétacés (dauphins, baleines, marsouins)	faible
<i>B. pinnipedialis</i>	-		pinnipèdes (phoques, otaries)	non connue
<i>B. inopinata</i>	2 souches	Australie, Oregon (États Unis)	-	2 cas décrits
<i>B. microti</i>	-	Europe Centrale	canidés sauvages (renards), suidés, rongeurs sauvages	non connue
<i>B. papionis</i>	2 souches	Texas (États Unis)	babouins (parc zoologique)	non connue
<i>B. vulpis</i>	2 souches	Autriche	canidés sauvages (renards)	non connue

2.3.2. Pouvoir pathogène

Les bactéries genre *Brucella* suivent le même mécanisme d'infection dans tous les organismes vivants. La pathogénicité de ces bactéries est déterminée par la présence de lipopolysaccharides (LPS), une substance qui protège les bactéries du système immunitaire et les aide à s'échapper et à s'en cacher pour survivre à l'intérieur des cellules hôtes. De plus, il existe des protéines, dont la protéine virB, qui joue un rôle important en aidant les bactéries à se fixer aux cellules hôtes, à y pénétrer et à s'y multiplier. Il a également une grande capacité à se reproduire et à vivre à l'intérieur des cellules du système réticulo-endothélial et de l'appareil génital et mammaire, ou articulaire (Addis., 2015 ; Khurana et al ., 2021).

Sachant que, la capacité des bactéries *Brucella* à provoquer des maladies chez l'homme varie considérablement selon les espèces et les souches. La brucellose, en particulier causé par les souches de *B. suis* biovar 1 et 3 sont les plus mortelles chez l'homme. Cependant, la bactérie pathogène *B. melitensis* reste la plus pathogène de toutes, causant la majorité des cas humains dans le monde et pouvant entraîner la mort. En revanche, *B. abortus* présente moins de virulence, tandis que *B. canis* est rarement associée à une infection humaine, et *B. neotomae*, *B. ceti* et *B. inopinata* sont considérées comme potentiellement pathogènes. Par contre, *B. ovis* est classé comme non pathogène pour l'homme, et les autres espèces de *Brucella* n'ont pas été signalées comme provoquant des maladies chez l'homme. (Sidhoum., 2019)

2.3.3 Pouvoir antigénique et immunogène

La capacité antigénique fait référence à la possession d'antigènes membranaires superficiels de bactéries *Brucella* capables de stimuler la réponse immunitaire car ces antigènes sont classés en deux types selon la forme du lipopolysaccharide (LPS) (Khurana et al., 2021).

Le type lisse S-LPS, qui est le principal élément qui stimule le système immunitaire à produire les principaux anticorps qui détectent l'infection par agglutination immunitaire (Bundle et al., 2017; Ponsart et al., 2020), certaines souches de ces bactéries ont une chaîne O à leur surface, ce qui les rend plus virulentes (Addis., 2015). Ce type est divisé en trois types d'antigènes, où l'antigène A se trouve principalement chez *B. abortus*, *B. suis* et l'antigène M se trouvent chez *B. melitensis* (Khurana et al., 2021 ; Khairullah et al., 2024) et ce dernier type contient les antigènes A et M. (Bundle et al., 2017; Ponsart et al., 2020)

Le type grossier R-LPS n'a pas la chaîne O dans le lipopolysaccharide (LPS), ce qui le rend moins virulent et ce type est considéré comme moins stimulant par rapport au S-LPS en raison de son incapacité à vaincre le système immunitaire de l'hôte et ne se trouve que chez *B. canis*, *B. ovis* (Addis., 2015). Cette classification aide à diagnostiquer et à déterminer le type de *Brucella* à l'origine de l'infection (Khurana et al., 2021).

La réponse immunitaire contre *Brucella* est double, car elle dépend de l'immunité humorale, qui est la production d'anticorps contre le LPS, mais cette dernière seule ne suffit pas à éliminer les bactéries, ce qui nécessite l'intervention de l'immunité cellulaire, qui joue un rôle majeur dans la lutte contre l'infection (Guiraa., 2023). En effet, les bactéries ont la capacité de se cacher dans les cellules immunitaires telles que les macrophages, ce qui leur permet de rester dans le corps pendant de

longues périodes et entraîne ainsi des infections chroniques (**Guiraa., 2023 ; Khairullah et al., 2024**)

2.4. La résistance

Les Brucelles ont une résistance élevée dans l'environnement extérieur, ce qui contribue à leur transmission indirecte (**Khalafallah et al., 2023**). Ils peuvent vivre pendant de longues périodes dans divers environnements naturels (le sol, l'eau, les déchets organiques ou les produits d'origine animale) sous l'influence de facteurs environnementaux tels que les basses températures et une humidité élevée (**Baddour., 2015 ; Khalafallah et al., 2023**)

Selon l'environnement, ces bactéries peuvent rester vivantes pendant des périodes variables, car elles peuvent résister pendant 60 jours dans un sol humide, 75 jours chez les fœtus avortés et pendant plusieurs mois dans l'eau potable à une température de 4 à 8°C, et 30 jours dans l'urine (**Baddour., 2015**)

Cependant, les bactéries *Brucella* sont sensibles à la chaleur, car elles sont éliminées par pasteurisation ou lorsqu'elles sont exposées à la lumière directe du soleil. Il est également affecté par les processus de désinfection (**Addis ,2015 ; Baddour.,2015 ; Khalafallah et al.,2023**). De plus, il n'a pas la capacité de survivre dans l'environnement, son pH est inférieur à 4 (**Addis ., 2015 , Baddour.,2015)**

Ces bactéries présentent une résistance à de nombreux antibiotiques en raison de leur capacité à vivre à l'intérieur des cellules, ce qui rend leur pénétration et leur traitement difficiles. Dans le passé, elles présentaient une sensibilité variable à la rifampicine, à la doxycycline, à la streptomycine, aux aminoglycosides, aux quinolones, car ces médicaments sont généralement utilisés dans le cadre du traitement. Mais ces dernières années, de multiples souches résistantes d'antibiotiques sont apparues, ce qui est associé à une mauvaise utilisation de ces derniers chez le bétail, ce qui contribue à la prévalence de la résistance tout au long de la chaîne alimentaire (**Elbehiry et al., 2022**)

2.5. Épidémiologie de la brucellose

2.5.1. Épidémiologie analytique

2.5.1.1. Sources et modes d'infection

Les animaux infectés ou porteurs de brucellose sont considérés comme une source complète de contamination (**Addis., 2015**), les sources possibles de cette infection sont les sécrétions vaginales et

placentaires, les fœtus avortés qui constituent un milieu riche en bactéries (**Bano et al.,2015 ; Kiros et al.,2016 ; Khurana et al.,2021**)

En plus de l'urine, du lait ou du colostrum, le sperme sont toutes les principales sources de propagation de la maladie à l'intérieur des enclos (**Addis., 2015 ; Khurana et al., 2021**)

Les bactéries *Brucella* chez les animaux sont transmises par deux voies principales, à savoir : la transmission horizontale qui se produit par contact direct, c'est -à- dire le contact direct d'animaux sains avec des animaux infectés par les sécrétions utérines ou par contact sexuel (**Addis., 2015 ; Khurana et al., 2021**) . Les mâles peuvent être considérés comme des vecteurs mécaniques d'infection en cas d'infection génitale ,ce qui est plus fréquents en cas d'infection par la bactérie *B. suis*. L'importance de la transmission sexuelle varie selon les espèces (**Addis., 2015**). Ou par contact indirect qui est la transmission de bactéries par un intermédiaire tel que l'ingestion de Fourrage, l'eau contaminés par des matières infectées ou l'inhalation d'air pollué (**Addis.,2016 ; Kiros et al.,2016 ; khurana et al.,2021**) , ce qui est dû à l'utilisation commune des enclos par les animaux (**Khurana et al.,2021**)

En outre, la transmission verticale se produit lorsque l'infection est transmise de la mère au fœtus pendant la grossesse par le placenta ou au nouveau-né par l'allaitement (**Addis., 2016**)

Par contre , Les humains sont infectés principalement par le système digestif ou par la peau, les muqueuses , les système respiratoires (**Bano et al.,2015 ; Addis.,2015 ; Kiros et al .,2016 ; Khoshnood et al.,2022**)

L'infection à *Brucella* par le système digestif est devenue plus courante, principalement en raison de la consommation de lait cru et de ses produits frais, comme le lait caillé , (**Bano et al.,2015 ; Addis.,2015;Khoshnood et al.,2022**) qui sont considérées comme des sources principales d'infection pour les personnes n'ayant pas de contact direct avec les animaux infectés (**Addis .,2015 ;Qureshi et al .,2023**)

De plus, l'infection se survenir par contact direct avec des animaux infectés et leurs sécrétions ou matériaux contaminés, ce qui rend les éleveurs, les vétérinaires et les travailleurs de laboratoire plus sensibles à l'infection, en particulier lorsqu'ils sont en contact avec des plaies ouvertes avec des liquides contaminés, et dans certains cas, l'infection peut également se produire par inhalation en d'air pollué (**kiris et al ., 2016 ;Qureshi et al .,2023**) . Bien que la transmission de la brucellose entre humains soit rare, elle peut néanmoins se produire pendant la grossesse à travers le placenta (**Qureshi et al., 2023**) ,lors l'allaitement, ou par contact sexuel (**Addis.,2015**) .

La figure suivante représente les sources et les modes de transmission de la brucellose chez les animaux et l'homme.

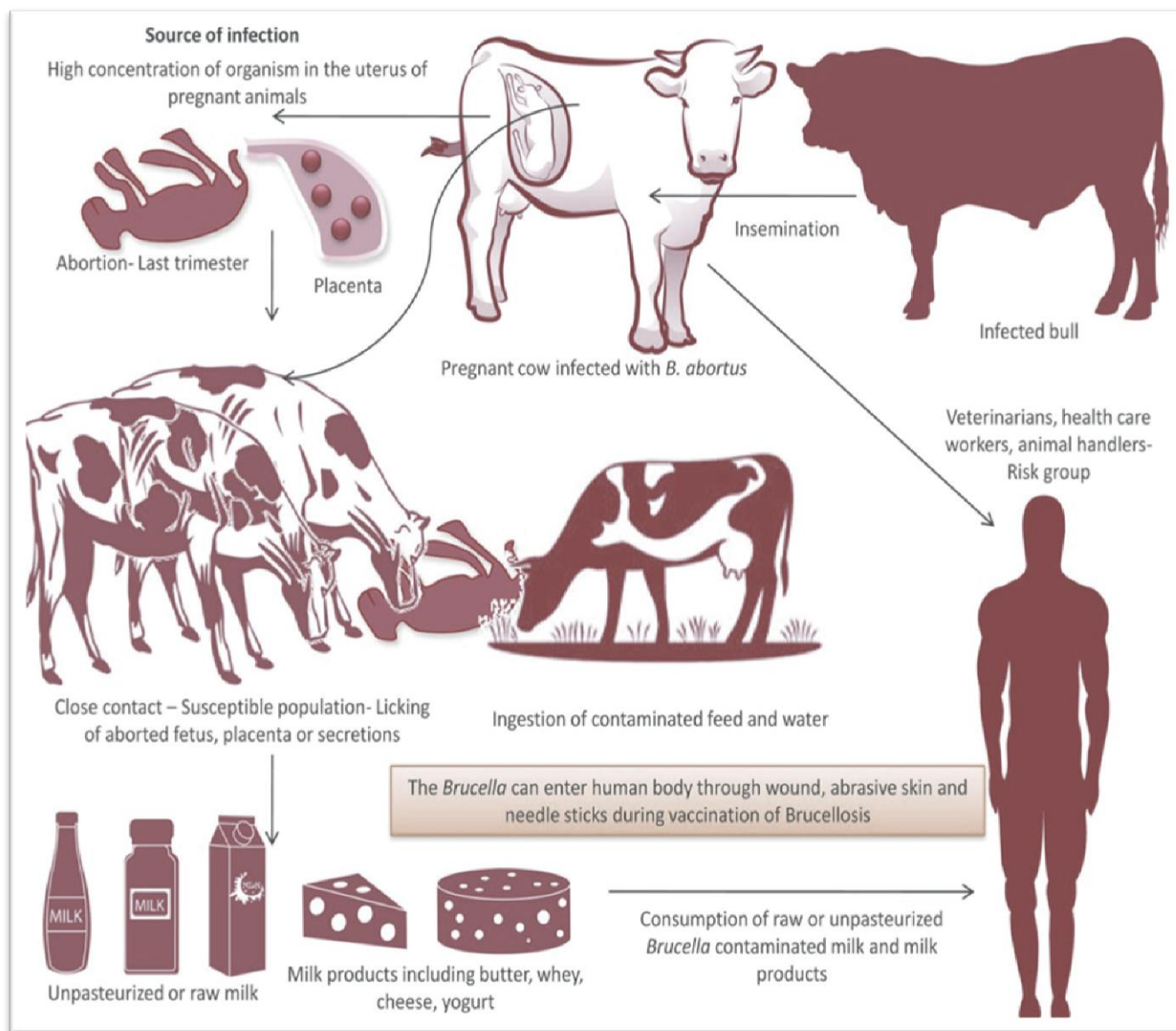


Figure 02 : Sources et modes de transmission de la brucellose chez les animaux et l'homme
(Khurana et al., 2021)

2.5.1.2. Facteurs de réceptivité et de sensibilité

La sensibilité et la réceptivité des animaux à la maladie varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'espèce, la race, l'âge, le sexe, ainsi que des facteurs liés à la gestion des élevages.

➤ **L'espèce et la race :**

L'espèce et la race jouent un rôle clé dans la détermination de la sensibilité des animaux à la brucellose. En général, les vaches et les chèvres sont plus sensibles aux infections que les moutons, et certaines races ont une résistance naturelle plus élevée, ce qui les rend moins sensibles aux infections (**Baddour.,2015**), car les animaux laitiers tels que les vaches sont plus sensibles aux maladies en raison du stress causé par la production intensive, ce qui affaiblit leur système immunitaire et augmente la probabilité d'infection (**Baddour.,2015 ; Khaiullah et al.,2024**).

➤ **L'âge :**

L'âge est un facteur important pour déterminer la susceptibilité à la brucellose. En effet, avec l'avancée en l'âge, la sensibilité des animaux à l'infection augmente, car la bactérie *Brucella* favorise le système reproducteur des animaux adultes. En raison de la sécrétion d'érythritol dans les tissus du fœtus, qui fournit un environnement idéal pour sa croissance et sa reproduction, la probabilité d'infection atteint son apogée pendant la grossesse ou après la fin de la maturation des organes génitaux. D'autre part, les jeunes animaux sont moins susceptibles de développer une réponse immunitaire prononcée (**Addis., 2015 ; Baddour., 2015 ; Khaiullah et al., 2024**) .

Cela permet aux bactéries de rester cachées dans les ganglions lymphatiques sans apparition de symptômes cliniques, ce qui en fait une source cachée d'infection. (**Addis., 2015**)

➤ **Le sexe :**

L'effet de la brucellose est différent selon les sexes, car les femelles sont plus sensibles à l'infection que les mâles, en raison du fait qu'elles restent plus longtemps dans le troupeau pour la reproduction, augmentant ainsi leurs chances d'exposition aux bactéries (**Addis., 2015 ; Khaiullah et al., 2024**) .

La brucellose a également une affinité particulière pour les tissus du système reproducteur, en particulier pendant la gestation, ce qui rend les femelles plus vulnérables à l'infection (**Baddour., 2015 ; Khaiullah et al., 2024**) . En revanche, les taureaux restent moins longtemps dans le troupeau que les femelles, ce qui réduit leur risque d'infection (**Addis., 2015 ; Khaiullah et al., 2024**) .

Lorsqu'ils sont infectés, ils présentent souvent des symptômes évidents, comme inflammation des testicules, facilitant ainsi la détection de la maladie et permettant une élimination rapide des animaux infectés. Pour cette raison, le rôle des mâles dans la transmission de l'infection est limité par rapport à celui des femelles (**Baddour., 2015**)

➤ **Gestion de l'exploitation et densité du troupeau:**

Le risque d'infection par la brucellose augmente dans les grandes exploitations en raison de la forte densité animale, qui est l'un des facteurs importants contribuant à la transmission de l'infection par contact direct ou par l'utilisation de pâturages communs entre les animaux. Surtout en l'absence de mesures préventives, car la faiblesse des programmes de nettoyage et de désinfection offre un environnement idéal pour la survie des bactéries dans le sol, l'eau et les endroits contaminés pendant de longues périodes, ce qui augmente la probabilité d'infection d'animaux sains. De plus, l'élevage de différentes espèces animales dans un même troupeau augmente le risque d'infection en raison de la multiplicité des sources de contamination **(Baddour., 2015)**

La gestion de l'exploitation agricole joue un rôle crucial dans la réduction de la prévalence de la maladie, car l'absence de contrôles sanitaires périodiques et l'importation de nouveaux animaux sans s'assurer qu'ils sont exempts de la maladie entraînent un risque élevé de transmission de la maladie. De plus, le transport constant d'animaux à l'intérieur et à l'extérieur de la ferme à des fins de vente ou d'achat entraîne le transfert de la maladie vers de nouvelles zones. **(Baddour., 2015 ; Addis., 2015)**

Dans les exploitations laitières, le risque d'infection est aggravé par rapport aux exploitations de production de viande, où la production intensive conduit à la collecte d'animaux dans de petites zones, ce qui favorise la transmission de l'infection **(Baddour., 2015)**

2.5.2. Epidémiologique synthétique

Il vise à étudier comment la brucellose se propage au sein des populations animales (vaches, moutons, chèvres.) Où l'une des causes les plus courantes de transmission du troupeau est l'introduction d'animaux infectés mais ne présentant pas de symptômes cliniques, Où ils agissent comme porteurs de bactéries. Dès que ces animaux entrent dans le troupeau, les bactéries sont facilement transmises par contact direct ou indirect, ce qui entraîne la prévalence rapide de la maladie. Les femelles adultes, en particulier celles qui ont atteint le stade de la reproduction, sont plus touchées par *Brucella*, car la maladie peut entraîner une fausse couche et la perte d'embryons. Malgré la mise en œuvre de programmes de lutte contre la maladie par l'élimination des animaux infectés, le risque de récurrence de la maladie existe toujours, en particulier lors du maintien de jeunes femelles nées de mères infectées **(Baddour., 2015)**. De plus, il a été noté que la prévalence de *Brucella* est plus fréquente dans les zones rurales que dans les zones urbaines **(Adamou., 2014)**

2.6. Stratégies habituelles de détection de la brucellose et leurs limites

2.6.1. Diagnostic clinique

Les principaux indicateurs de la brucellose chez les animaux comprennent :

- Avortement : s'il est individuel ou généralisé dans le troupeau, quel que soit le stade de la grossesse.
- Les veaux meurent : dans les 48 heures suivant la naissance avec des signes de carence en oxygène.
- Problèmes de placenta : augmentation des cas de rétention du placenta.
- Inflammation génitale : inflammation testiculaire et peritis chez les hommes. **(Sidhoum., 2019)**

Les êtres humains présentent souvent des symptômes de fièvre ondulée ainsi que d'autres symptômes tels que la faiblesse. Cependant, ces symptômes ne sont pas un indicateur exclusif de la brucellose, car ils peuvent être similaires à d'autres symptômes. Par conséquent, le diagnostic en laboratoire est le seul moyen de confirmer la brucellose chez l'homme. **(Bensafi et al ., 2021)**

2.6.2. Méthodes bactériologiques directes

Le diagnostic de l'infection brucellique chez les animaux repose principalement sur l'isolement et l'identification des bactéries *Brucella* à partir d'échantillons biologiques appropriés. La qualité des résultats est grandement affectée par la qualité des échantillons sélectionnés et identifiés à travers les signes cliniques apparents **(Sidhoum., 2019)**. La Recherche directe de *Brucella* se fait comme suit selon **Drif et al ., (2016)** :

- Culture et isolement : Des méthodes de culture sélective contenant des antibiotiques sont utilisées pour éliminer les contaminants potentiels.
- Les échantillons sont incubés à 37°C dans des conditions aérobies ou anaérobies avec 5% de dioxyde de carbone.
- Les colonies en croissance sont examinées pour leur apparence, leur hémolyse et leurs effets antibiotiques afin d'identifier la brucellose.
- Échantillons biologiques : chez les animaux ; les sécrétions vaginales, le sperme, l'urine et le lait sont des matériaux biologiques appropriés pour tester la présence de la brucellose.

Chez l'homme, les infections bactériennes telles que la brucellose sont diagnostiquées au moyen de procédures de laboratoire spécifiques qui impliquent la collecte de divers échantillons du corps, notamment de sang, de liquide céphalo-rachidien et de ganglions lymphatiques.

Pour augmenter la précision du diagnostic, notamment dans les cas d'hémoculture, il est recommandé de répéter les tests pendant les périodes de température élevée du patient et d'informer le laboratoire afin de fournir un environnement de culture spécialisé. De plus, *Brucella* peut être détecté dans d'autres échantillons tels que le lait, les sécrétions vaginales, les produits d'avortement et les tissus corporels solides, permettant une large gamme d'identification précise de l'infection (**Abdellaoui et al ., 2021**)

2.6.3. Diagnostic par Biologie moléculaire

La réaction en chaîne par polymérase (PCR) est l'outil le plus courant pour le diagnostic moléculaire de la brucellose. Cette technologie a connu une augmentation significative de son utilisation en raison de sa grande précision. Cette technique repose sur l'amplification des acides nucléiques pour détecter la présence de bactéries *Brucella* dans divers échantillons : sang, lait, sécrétions nasales, rate, sperme, ganglions lymphatiques et fœtus avortés chez les animaux. En raison des défis posés par les inhibiteurs de PCR et la quantité d'ADN dans les échantillons, des tests PCR ont été développés pour cibler des échantillons spécifiques tels que omp43 et bcs31 afin d'augmenter la spécificité. Bien que certaines techniques puissent manquer de spécificité complète, d'autres techniques partielles telles que RELP et Southern blot peuvent être utilisées pour identifier avec précision les souches de *Brucella*. La PCR est également utilisée pour détecter les souches vaccinales utilisées (**Halimatou., 2014 ; Bouchahed et Gheribi ., 2016**)

Chez l'homme, cette technique est un outil de diagnostic très précis de la brucellose, avec une sensibilité et une spécificité élevées. Ce test est réalisé en analysant des échantillons de sang ou de sérum, en particulier au stade aigu, lorsque des bactéries sont présentes dans la circulation sanguine. Des biopsies tissulaires ou des sécrétions purulentes peuvent également être utilisées lorsque l'infection est localisée dans des zones spécifiques du corps. Cette méthode permet aux médecins d'identifier avec précision les infections, qu'elles soient à un stade précoce ou plus avancé (**Hamou., 2015**)

2.6.4. Méthodes bactériologiques indirectes

2.6.4.1. Test de l'anneau ou Ring test

Le test de l'anneau est une réaction d'agglutination spécifique réalisée pour détecter les anticorps (IgM, IgG et principalement IgA) dans le lait de vache qui ciblent les antigènes de *Brucella* colorés à l'hématoxyline.

Ce test permet de détecter d'éventuelles infections dans les troupeaux laitiers. L'antigène coloré interagit avec les anticorps présents dans le lait, ce qui entraîne la formation de complexes immuns qui se lient aux globules gras et remontent à la surface du lait, formant un anneau bleu qui indique un résultat positif. Le test de l'anneau est rapide, peu coûteux et reproductible, ce qui le rend adapté à la surveillance de routine des troupeaux laitiers. Cependant, sa sensibilité est faible, ce qui peut conduire à des résultats douteux ou faussement positifs, notamment chez les animaux récemment vaccinés ou en cas de colostrum ou de mammite. Pour surmonter ce problème, le test ELISA est utilisé pour confirmer les résultats suspects, et dans les cas où une confirmation supplémentaire est nécessaire, le test RT peut être utilisé (**Fournier., 2014 ; Harouna ., 2014 ; Sidhoum.,2019**)

2.6.4.2. Epreuve de l'Antigène Tamponnée (EAT) ou Rose Bengale

Le test de Rose Bengale est une méthode rapide et simple pour détecter les anticorps contre la brucellose chez les animaux. Le test commence par la préparation de l'antigène, qui est une suspension de *Brucella abortus* (souche 99) inactivée par la chaleur et le phénol, diluée dans une solution tampon acide et colorée au rose Bengale. Ce test est réalisé en déposant une goutte de sérum à tester sur une lame de verre, puis en ajoutant une goutte de l'antigène préparé. Le sérum et l'antigène sont bien mélangés, puis la lame est agitée pendant quatre minutes pour surveiller les limites d'agglutination. Si des amas visibles apparaissent à l'œil nu, le résultat est positif, indiquant la présence d'anticorps contre la brucellose dans le sérum. Si le mélange reste homogène, le résultat est négatif. Il convient de noter que le test de Rose-Bengale est utilisé comme test de dépistage préliminaire et que les résultats positifs nécessitent une confirmation par d'autres tests plus précis tels que le test de fixation du complément ou ELISA (**Bensafi et al ., 2021 ; Khelifi et al ., 2021**)

Ce test est utilisé de la même manière que chez les animaux pour détecter les anticorps contre la brucellose chez l'homme, selon les recommandations de l'OMS (**WHO., 2015**). Ainsi, un sérum humain positif au test du Rose Bengale (TRB) est considéré comme suspect de brucellose et le diagnostic doit être confirmé par le test Wright. Cette séquence de tests est essentielle pour assurer un diagnostic précis et éviter les résultats faussement positifs, contribuant ainsi à un traitement approprié (**Sidhoum., 2019**).

2.6.4.3. ELISA (Enzym Linked Immunosorbent Assay)

Chez l'animale, est un outil de diagnostic puissant basé sur les interactions antigène-anticorps pour détecter des anticorps spécifiques dans les fluides corporels tels que le sérum et le lait, ce qui le rend particulièrement important dans le secteur laitier. Le test utilise le lipopolysaccharide (LPS) comme antigène et présente une sensibilité et une spécificité similaires à celles du test de fixation du complément. L'ELISA a une sensibilité plus élevée que l'immunofluorescence, permettant la détection de petites quantités d'anticorps dirigés contre divers antigènes de *Brucella*, qu'ils soient entiers ou fragmentés (**Bouchahed et Gheribi ., 2016**).

Le mécanisme ELISA est simple et efficace, car il implique l'utilisation d'anticorps liés à une enzyme qui réagissent avec l'antigène cible, produisant une couleur mesurable, déterminant ainsi la présence de la substance souhaitée. Ce test fournit des informations précieuses sur le stade de l'infection en détectant différents types d'anticorps (IgM, IgG et IgA). Un taux élevé d'IgA peut indiquer une infection chronique. En raison de sa sensibilité et de sa spécificité élevée, le test ELISA est recommandé pour une utilisation dans les zones indemnes de brucellose et constitue un outil essentiel dans les études épidémiologiques (**Jouan., 2016**).

En outre, cette méthode représente une approche prometteuse pour le diagnostic de la brucellose humaine, notamment dans les études épidémiologiques, car elle permet un suivi efficace de la propagation de la maladie. Cependant, sa commercialisation se heurte à des difficultés en raison de la grande variété d'antigènes utilisés, ce qui entrave sa standardisation et son utilisation généralisée. Cependant, cette méthode reste d'une grande importance dans le domaine de la santé publique, car la brucellose est une maladie zoonotique et la fourniture de méthodes de diagnostic efficaces contribue à améliorer les soins de santé et à contrôler la propagation de la maladie (**Sidhoum, 2019**).

2.6.4.4. L'allergologie

Le test d'hypersensibilité retardée est utilisé pour détecter des allergies spécifiques causées par une infection en injectant un antigène spécifique dans le derme. Connue sous différents noms tels qu'abortine, brucelline, melitine, l'injection produit une réaction caractéristique qui apparaît après 24 heures et dure plusieurs jours.

Cela se manifeste par des rougeurs, un durcissement et une augmentation de l'épaisseur de la peau. Pour améliorer la précision du test, la deuxième injection est réalisée 48 heures après la première injection. L'épaisseur de la peau est ensuite mesurée à l'aide d'un pied à coulisse 24 à 48 heures après la deuxième injection, car une augmentation de l'épaisseur de la peau indique une hypersensibilité retardée. **(Praud., 2012)**

2.6.5. Limites des tests sérologiques

Les tests conventionnels pour le diagnostic de la brucellose bovine s'appuient sur l'antigène de phase lisse *B. abortus biovar 1*, qui détecte les anticorps anti-LPS chez *B. melitensis*, *B. abortus* ou *B. suis*. Cependant, ils ne détectent pas la protéine LPS .R caractéristique de *B. ovis* ou *B. canis*. Ces tests présentent des inconvénients suivants: leur spécificité n'est pas absolue en raison d'une réactivité croisée avec d'autres bactéries, et leur sensibilité varie selon la technique. Pour surmonter ce problème, des anticorps monoclonaux plus spécifiques contre bp26 et des tests ELISA alternatifs ont été développés, en tenant compte de la possibilité d'interférence des anticorps produits par l'infection et la vaccination **(Halimatou, 2014)**

2.7. Moyens de lutte

2.7.1. Mesures sanitaires

Pour prévenir la propagation de la brucellose animale, des mesures complètes de prévention et de contrôle sont mises en œuvre, notamment des mesures d'hygiène telles que la désinfection, la quarantaine et le dépistage des animaux **(Freycon., 2015)**. Nous notons que ces mesures sont en adéquation avec la situation épidémiologique. Où le trouver :

- Les mesures offensives :
- ✓ Diagnostic précoce des cas de brucellose, y compris les avortements, dépistage des troupeaux avec des tests sérologiques, concentration sur les zones endémiques ;
- ✓ Isolement et abattage des animaux infectés, bien que le coût de l'abattage des animaux séropositifs puisse entraver son application dans les pays en développement ;
- ✓ Élimination du matériel contaminé en isolant les mères infectées, désinfection des bâtiments et des équipements et destruction du matériel contaminé tel que les avortements et les placentas. **(Khelifi et al ., 2021)**

- Les mesures défensives :

- ✓ la protection du bétail sain en introduisant des animaux certifiés et indemnes de maladies, en mettant en œuvre une quarantaine et une surveillance sérologique individuelle pour maintenir la sécurité des animaux ;
- ✓ une hygiène positive stricte dans l'élevage et l'insémination artificielle, en retirant le placenta en isolant et en détruisant le site de naissance, et en désinfectant périodiquement l'environnement pour tuer les agents pathogènes potentiels ;
- ✓ Outre la surveillance sérologique périodique des troupeaux, l'isolement des exploitations touchées, l'approvisionnement en animaux auprès de sources fiables, la déclaration immédiate des avortements, le contrôle des mouvements des animaux, la désinfection complète des exploitations touchées et, dans certains cas, l'abattage des troupeaux infectés et l'octroi d'une compensation financière aux agriculteurs touchés **(Sidhoum., 2019)**.

2.7.2. Mesures médicales (La vaccination)

Est une première étape cruciale dans la lutte contre les maladies infectieuses **(Freycon, 2015)**. Les pays européens ont réussi à éliminer la brucellose chez les bovins, les ovins et les caprins grâce à une vaccination régulière avec des vaccins vivants **(Lavigne et al., 2017)**. Cependant, cette vaccination pose des défis, car elle nécessite des tests réguliers sur les animaux en raison du risque de réinfection après la vaccination. De plus, les vaccins peuvent produire des résultats faussement positifs lors des tests sérologiques, ce qui complique le processus de diagnostic **(Jouan, 2016)**.

En Algérie, une stratégie de vaccination globale a été adoptée depuis 2004, après l'échec du programme précédent, qui reposait sur l'inspection et l'abattage. Cet échec était dû au taux d'infection élevé et à la densité du cheptel **(Dahmani et al., 2017)**.

En plus, la prévention de l'infection par la brucellose humaine dans la population générale dépend de plusieurs mesures intégrées visant à contrôler l'infection à sa source animale, car cela est considéré comme le pilier de base de la prévention. Ces mesures comprennent les suivantes :

- ✓ Contrôle des infections chez les animaux domestiques grâce à des procédures de santé vétérinaire strictes telles que la vaccination des animaux et des examens périodiques pour détecter l'infection ;
- ✓ Déclaration obligatoire des maladies : Tout cas de brucellose doit être signalé immédiatement aux autorités sanitaires compétentes afin qu'elles puissent prendre les mesures nécessaires pour limiter la propagation de la maladie ;

- ✓ Hygiène personnelle lors de la manipulation de produits d'origine animale : Portez des gants de protection, l'avez-vous soigneusement les mains après avoir touché des animaux ou des produits d'origine animale et faites bien cuire la viande avant de la manger, car la chaleur élevée tue les bactéries *Brucella* .
- ✓ Éducation sanitaire : Sensibiliser le public à la transmission de l'infection, à ses symptômes et aux méthodes de prévention par le biais de campagnes de sensibilisation et de programmes éducatifs.
- ✓ Consommer des produits laitiers pasteurisés : Évitez de consommer du lait et des produits laitiers non pasteurisés, car le processus de pasteurisation tue les bactéries *Brucella*. **(Lavigne et al., 2017 ; Moussa, 2020)**

Partie II :

ETUDE EXPÉRIMENTALE

Chapitre I :

Matériel et Méthodes

1. Objectifs

Notre étude a été réalisée dans le but de :

- ✓ Déterminer le risque de brucellose lié à la consommation du lait cru ;
- ✓ Evaluer de la prévalence de la brucellose humaine et animale (bovine, ovine et caprine) et l'appréciation des zones endémiques ;
- ✓ Evaluer les taux de dépistage sérologique de la maladie ;
- ✓ Evaluer les taux d'abattage sanitaire des animaux infectés ;
- ✓ Déterminer les facteurs de risque de la brucellose ;

2. Matériel et méthode

2.1. Présentation de la Zone d'étude

L'étude s'est déroulée au niveau de la wilaya de Mila (Figure 03) durant la période s'étalant de Novembre 2024 au mois d'Avril 2025. Elle comporte des visites au niveau de la direction des services agricoles (DSA) et la direction de la santé et de la population (DSP).

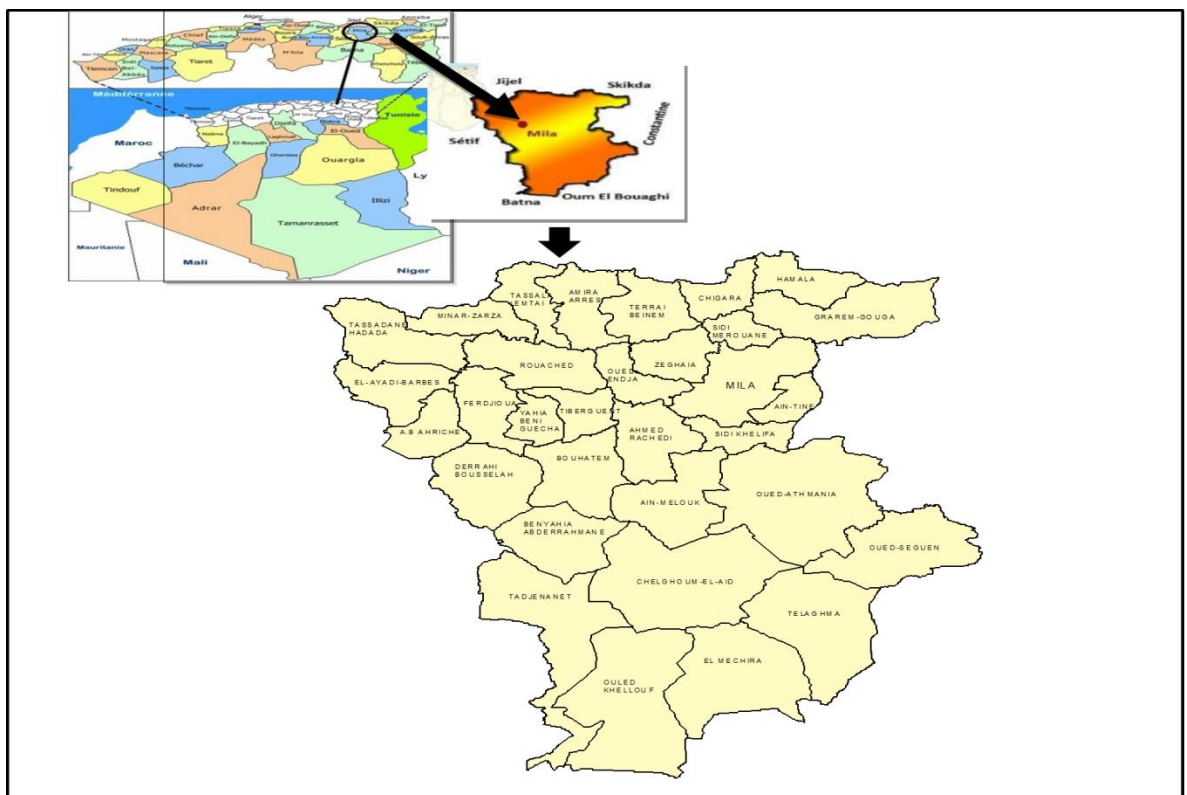


Figure 03 : Présentation géographique de la wilaya de Mila.

(Source : DSA Mila, 2025)

2.2. Etude rétrospective

Afin de nous permettre de recueillir un maximum d'information sur les cas de brucellose des visites ont été effectué au niveau de la DSA et dans la DSP pour déterminer la prévalence des brucelloses animales et humaines dans la wilaya. Ces données ont été extraites de fichiers enregistrés au cours de la période (2020 à 2025) à la Direction des services agricoles et de (2022 à 2025) à la Direction de la Santé et de la population.

De plus, des vétérinaires et des agents de santé publique ont été interrogés afin d'obtenir des informations supplémentaires, de soutenir une analyse approfondie des données et de déterminer les facteurs de risque liée à la brucellose.

2.3. Difficultés rencontrés et limites de l'étude

Nous avons l'ambition de réaliser une étude plus approfondie et complète afin de mieux évaluer les risques liés à la brucellose. Toutefois, plusieurs contraintes ont freiné l'avancement de notre travail, notamment :

- L'absence de statistiques pour les années 2020 et 2021 : le responsable d'archive dans la Direction de la Santé et la population a refusé de nous fournir les données relative à la prévalence de la brucellose humaine durant ces deux années, ce qui a limité notre étude a analysé 03 ans à la place de 05ans.
- Le refus du laboratoire régional vétérinaire de nous accueillir : nous n'avons pas été acceptées au sein du ce laboratoire où nous envisagions de réaliser des expérimentations (Analyses sérologiques du lait cru) ; ainsi que prendre une idée sur les statistiques des analyses sérologiques du lait réaliser par cet établissement, ce qui nous a empêchées de concrétiser l'aspect pratique de notre étude.
- Le retard dans la remise des statistiques : nous avons subi des délais importants dans l'obtention des données de la part de la Direction de la Santé et la Population et de la Direction de service agricole, ce qui a impacté le bon déroulement de notre travail.

2.4. Traitement statistiques

Les données statistiques de la prévalence de la brucellose animale et humaine ainsi que l'analyse des facteurs de risque liés à cette zoonose ont été traitées et saisies à l'aide de Microsoft Excel 2010. Ensuite, les données sont traitées et analysées, pour être présentées sous forme de tableaux synthétiques et de figures illustratives, accompagnées de texte explicative.

Chapitre II :

Résultats Et Interprétations

3. Résultats et interprétations

3.1. La brucellose bovine

3.1.1. Taux de dépistage de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024)

D'après le tableau 03 et les figures 04 et 05 ; On a observé que le dépistage de la brucellose bovine est faible par rapport au nombre totale des bovins dans la wilaya de Mila. Le taux de dépistage le plus faible a été enregistré durant l'année 2020 (0,92%). Cependant, une nette amélioration des efforts de dépistage a été enregistré, avec une augmentation du nombre de bovins examinées, allant jusqu'au 3 733 cas en 2023 soit un taux de dépistage de (05 ,5%). Cependant, en 2024 on a noté un recul relatif à 2 790 avec 3,82%.

Tableau 03 : Résultats du dépistage de la brucellose bovine (Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024
Nombre total des bovins	85450	89570	85224	67840	73034
Nombre de bovins dépistés	789	1548	2805	3733	2790
Taux de dépistage (%)	0,92	1,73	3,29	5,5	3,82

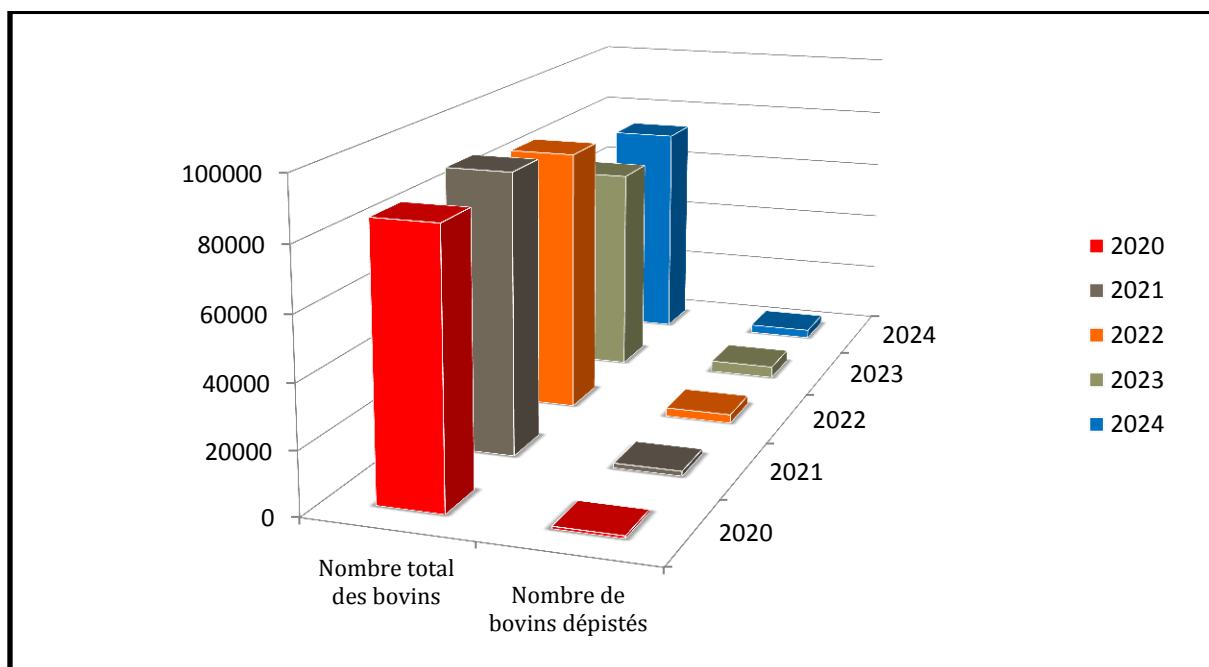


Figure 04 : Nombre des bovins dépistés de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024). (Source : DSA, 2025)

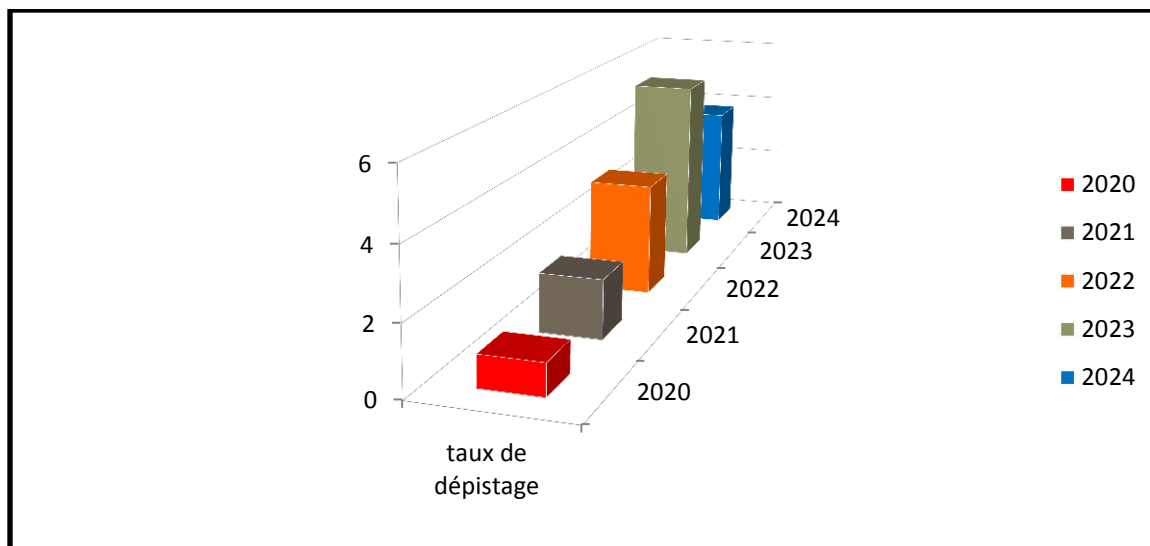


Figure 05 : Taux de dépistage de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-2024).

(Source : DSA, 2025)

3.1.2. Résultat de Dépistage sérologique

On remarque d'après la figure 06 que le nombre des bovins sérologiquement positifs est inférieur à ceux des bovins sérologiquement négatifs. Sachant que les nombres des cas positifs les plus élevés ont été enregistrés durant l'année 2020 et les trois premiers mois de l'année 2025 avec (81 cas et 70 cas) respectivement. En outre, le nombre des bovins infectés a été très faible durant les autres années.

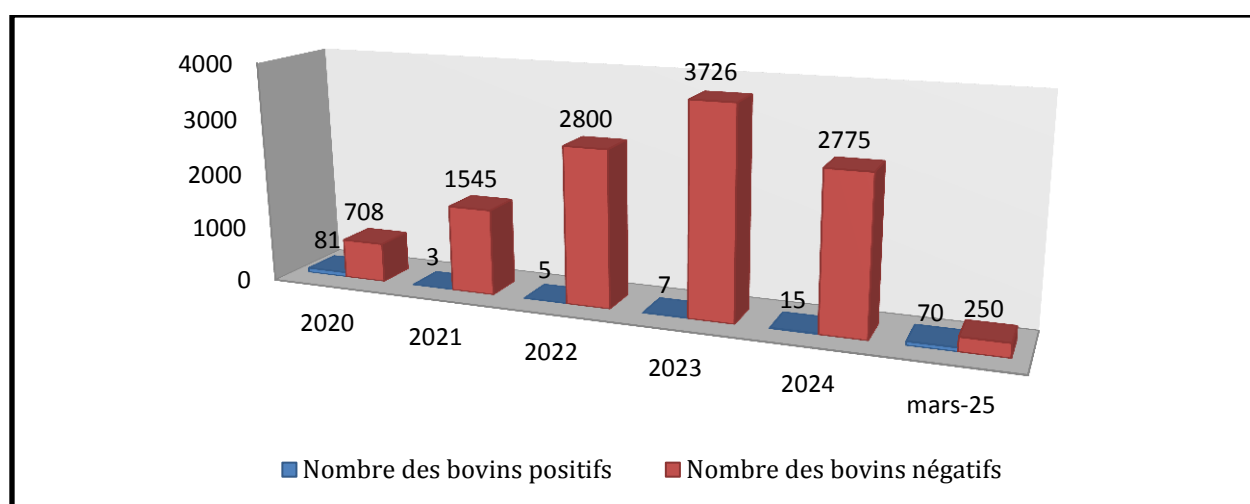


Figure 06 : Répartition des bovins dépistés par sérologie (2020-Mars 2025).

(Source : DSA, 2025)

3.1.3. Résultat de la prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

A partir du tableau 04 et de la figure 07, on remarque que la prévalence de la maladie le plus important a été enregistrée durant les trois premiers mois de l'année 2025 avec 21,87%, suivie par l'année 2020 avec une prévalence de 10,26 %. Pour les autres années la prévalence est faible et ne dépassant pas 0.53%.

Tableau 04 : Prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila.

(Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des bovins dépistés	789	1548	2805	3733	2790	320
Nombre des bovins positifs	81	03	05	07	15	70
Prévalence (%)	10,26	0,19	0,17	0,18	0,53	21, 87

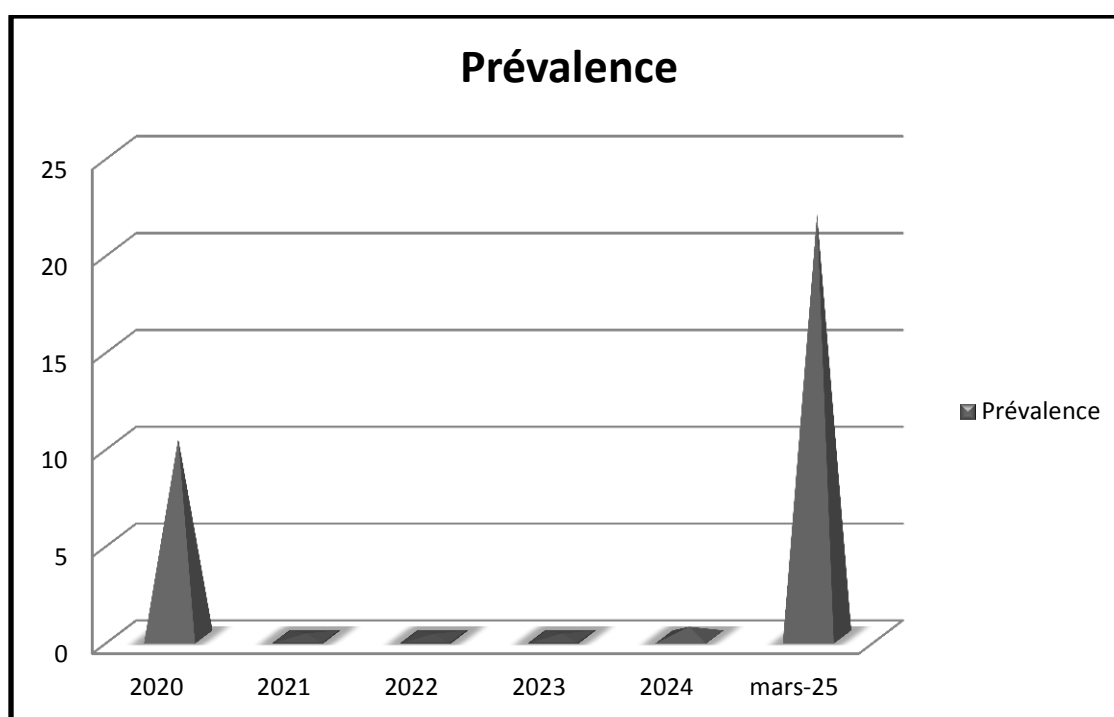


Figure 06 : Prévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025)

(Source : DSA, 2025)

3.1.4. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

A l'exception de l'année 2023, le taux d'abattage sanitaire des bovins infectés durant les autres années d'étude a atteint 100%. (Tableau 05 et figure 08).

Tableau 05 : Taux d'Abattage sanitaire des cas positifs. (Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des cas positifs	81	03	05	07	15	70
Nombre des bovins abattus	81	03	05	07	10	70
Taux d'abattage (%)	100	100	100	66,66	100	100

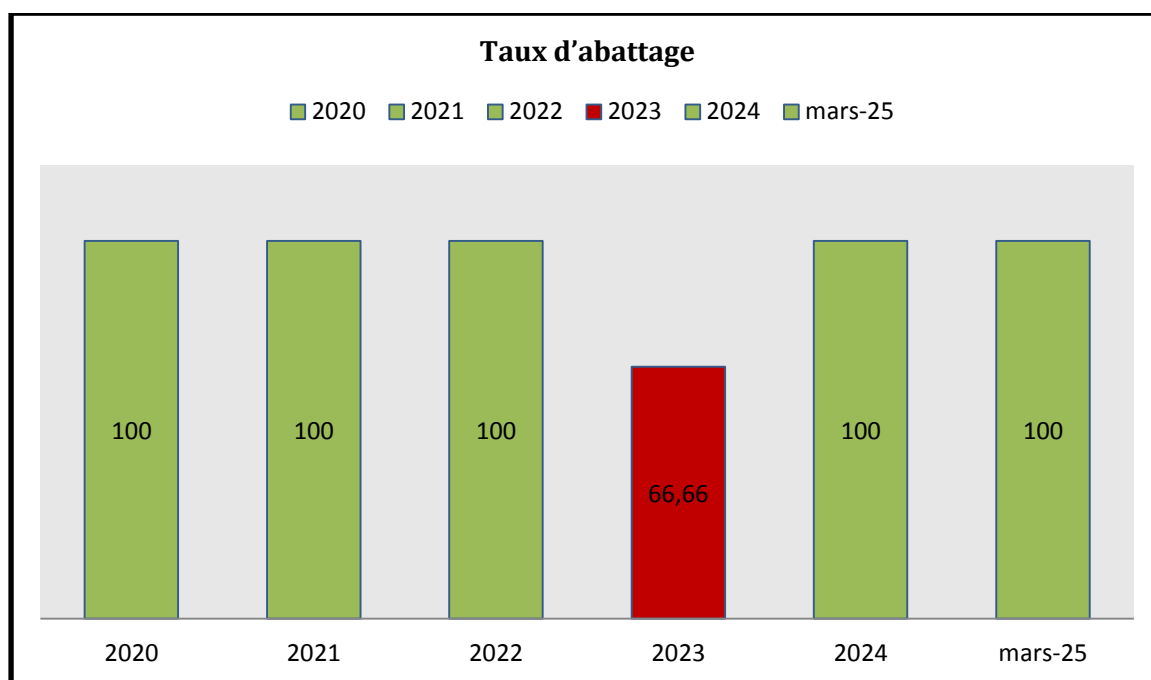


Figure 08 : Taux d'abattage sanitaire des bovins infectés (2020-mars -2025)

(Source : DSA, 2025)

3.1.5. Résultats des cas de brucellose bovine par commune infectée

La wilaya de Mila comporte 32 communes, parmi lesquelles seules 13 communes ayant enregistré des cas de brucellose bovine et sont présentées dans le tableau et la figure ci-dessous.

La commune d'Oued Endja présente le nombre des cas de brucellose bovine la plus élevée (121 cas), suivie par les communes d'Aïn Mellouk et d'Oued Athmania (17cas et 16 cas) respectivement. Un seul cas a été indiqué dans les communes Ferdjioua et Elayadi Barbes, ces derniers représentant le nombre des cas la plus faible.

Tableau 06 : Nombre des cas de brucellose bovine par commune infectée (2020- mars 2025).

(Source : DSP ,2025)

Les communes infectées	Nombre des cas total
Yahia Beniguecha	02
Ferdjioua	01
Chelghoum Laid	06
Oued Athmenia	16
Ain Mellouk	17
Oued Seguen	02
Tadjenanet	03
Oued Endja	121
Tiberguent	02
Derrahi Bousselah	01
Minar Zarza	02
Elayadi Barbes	01
Ain Beida Harriche	07

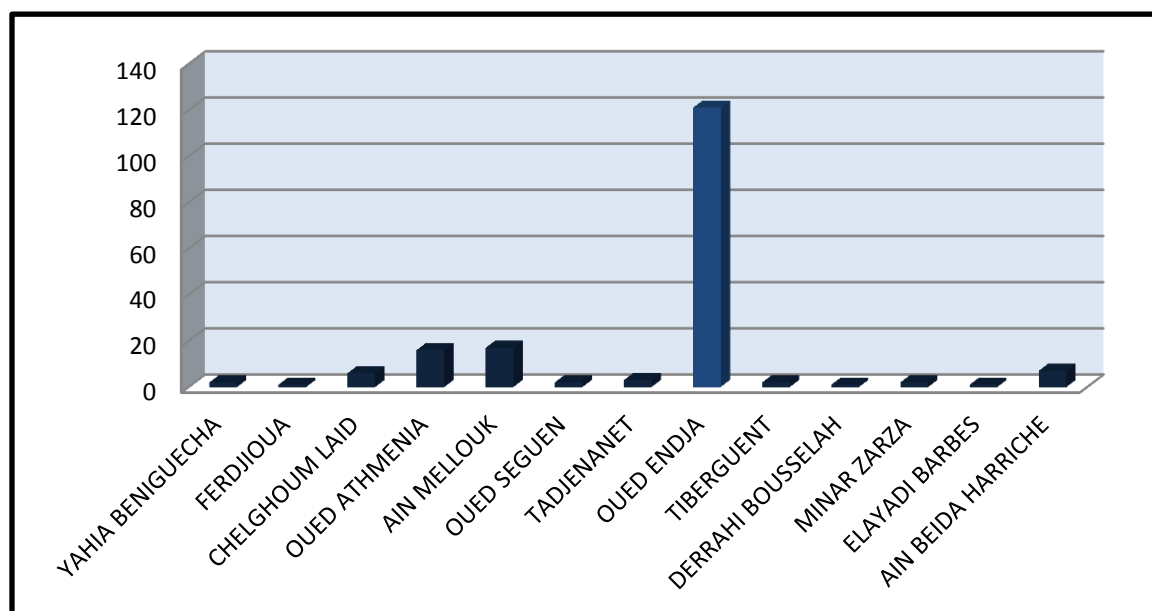


Figure 09 : Nombre des cas de brucellose bovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025). (Source : DSP ,2025)

3.2. La Brucellose caprine

3.2.1. Résultat de Dépistage sérologique

Le dépistage sérologique de la brucellose caprine durant les années étudiées dans notre travail montre que les effectifs indemnes de cette maladie sont plus importants aux effectifs infectés. Sachant que le nombre des cas les plus élevé de ces derniers a été enregistré en 2022, avec 13 cas. Par ailleurs, le nombre de caprins sains a atteint son niveau le plus élevé en 2021, suivi de l'année 2022. Il faut noter aussi que le dépistage de la brucellose caprine est nul durant l'année 2020 (Figure 10).

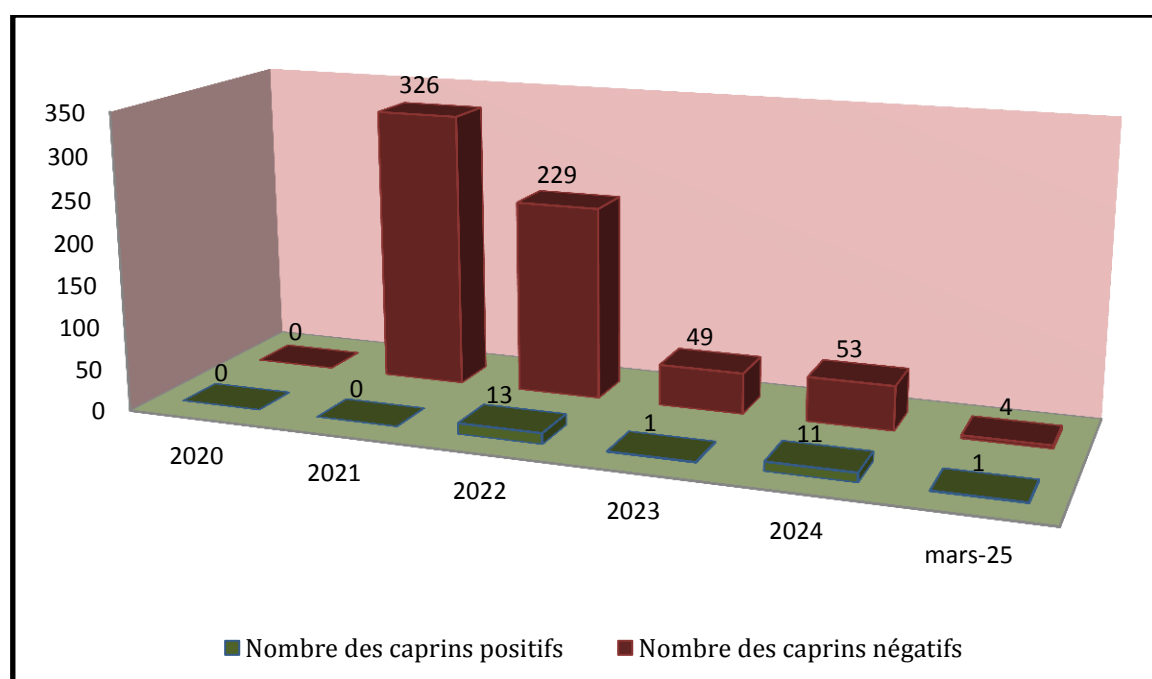


Figure 10 : Répartition des caprins dépistés par sérologie (2020-mars 2025)

(Source : DSA, 2025)

3.2.2. Résultat de la prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

D'après le tableau 07 et la figure 11, l'année 2025 (03 premiers mois) présente le taux de prévalence le plus élevé (20 %) de la brucellose chez les caprins. Elle est suivie par l'année 2024 avec un taux de 17,18 %.

En revanche, les années 2022 et 2023 ont montré des taux de prévalence faibles, ne dépassant pas 5,37 %. Par contre, aucun cas positif n'a été enregistré sur les 326 cas dépistés en 2021. En 2020, le dépistage de la brucellose n'a pas été effectué.

Tableau 07 : Prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025)
(Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des caprins dépistés	00	326	242	50	64	05
Nombre des caprins positifs	00	00	13	01	11	01
Prévalence (%)	00	00	5,37	02	17,18	20

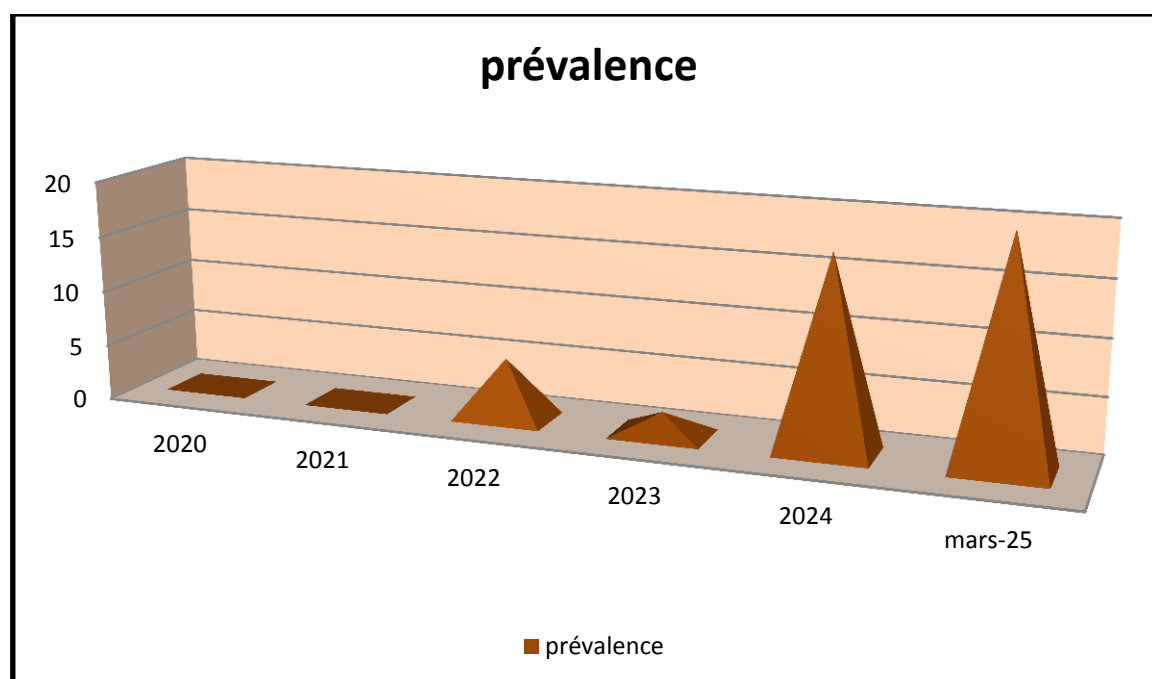


Figure 07 : Prévalence de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)
(Source : DSA, 2025)

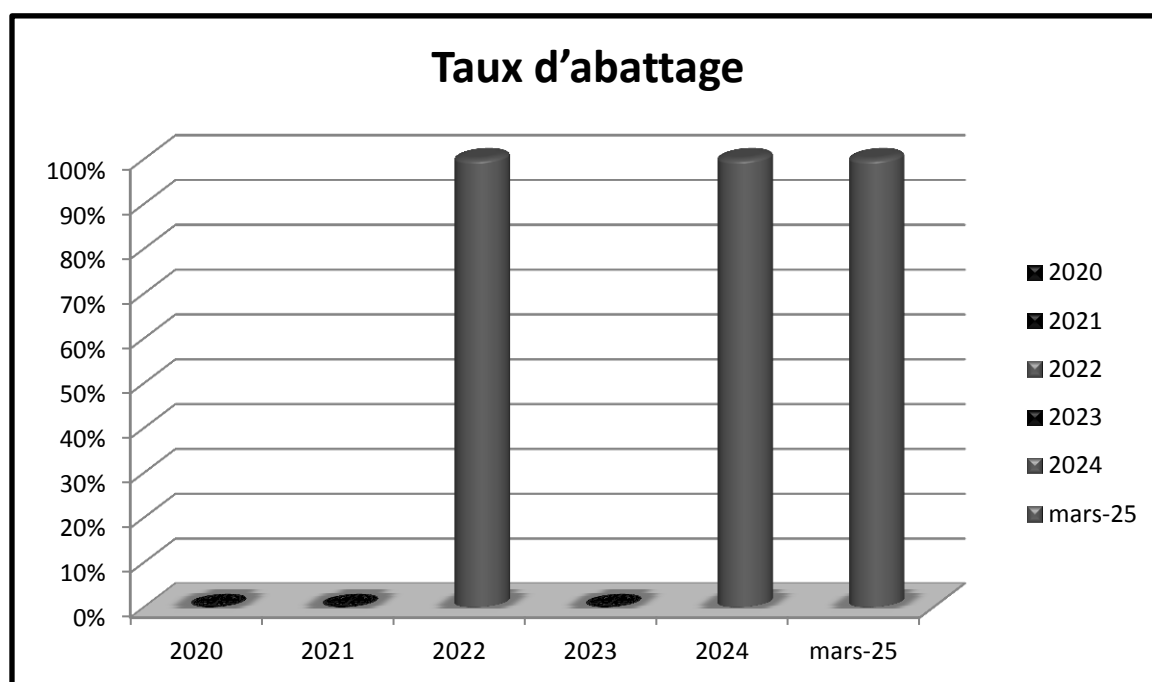
3.2.3. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

Le tableau 08 et la figure 12, montrent que le taux d'abattage des caprins a atteint 100 % en 2022 et 2024, ainsi que durant les trois premiers mois de l'année 2025, tandis qu'il était nul (0 %) dans les années (2020, 2021 et 2023).

Tableau 08 : Taux de l'abattage sanitaire des cas positifs chez les caprins.

(Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des cas positifs	00	00	13	01	11	01
Nombre des caprins abattus	00	00	13	00	11	01
Taux d'abattage (%)	00	00	100	00	100	100

**Figure 12** : Taux d'abattage des caprins durant les années 2020-mars -2025.

(Source : DSA, 2025)

3.2.4. Résultats des cas de brucellose caprine par commune infectée

Les résultats de l'appréciation du nombre des cas de la brucellose caprine par commune sont représentés dans le tableau 09 et la figure 13. On observe clairement que la brucellose, qui affecte les caprins, est répandue dans 09 communes sur les 32 communes existantes. Ainsi, les communes les plus touchées sont Aïn Beïda Harriche, Aïn Moulouk et Tadjenanet avec (08 ,06 et 05 cas) respectivement.

Tableau 09 : Nombre des cas de brucellose caprine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025) (Source : DSP ,2025)

Les communes infectées	Nombre des cas Total
Yahia Beniguecha	02
Ain Mellouk	06
Teleghma	01
Tadjenanet	05
Rouached	01
Tassadane Haddada	01
Amira Arres	01
Sidi khelifa	01
Ain Beida Harriche	08

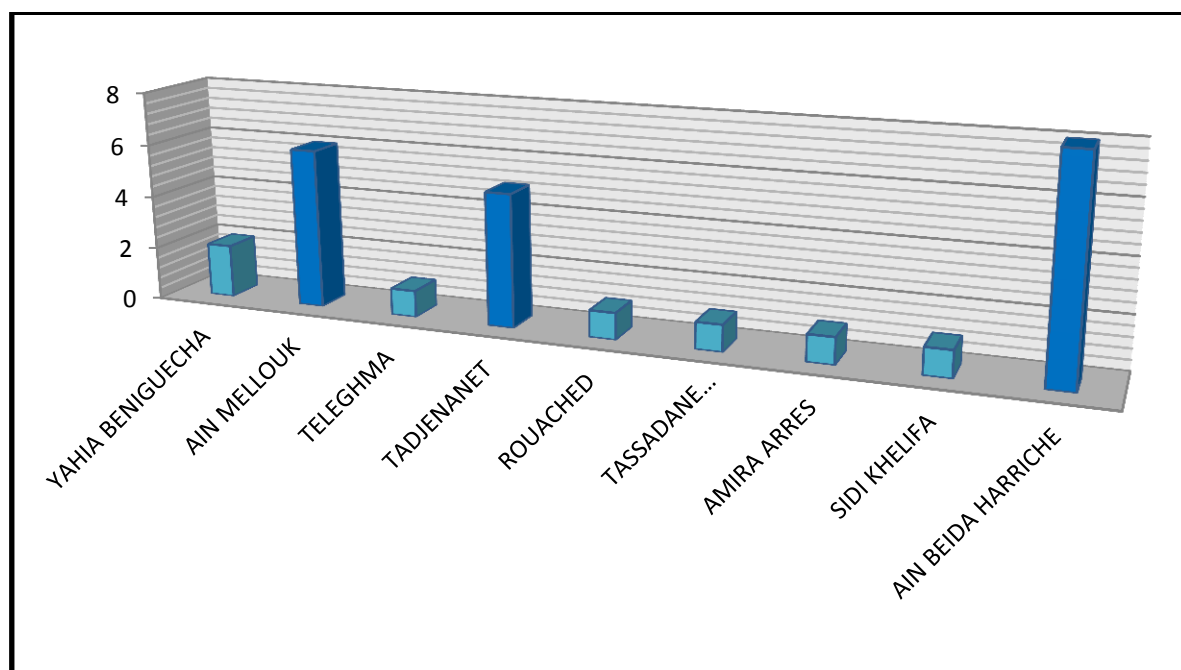


Figure 13 : Nombre des cas de brucellose caprine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025). (Source : DSP ,2025)

3.3. La Brucellose ovine

3.3.1. Résultats Dépistage sérologique

Une variation notable a été observée dans le nombre d'ovins sérologiquement positifs. Aucune donnée n'a été enregistrée en 2020, tandis que 4 cas positifs ont été signalés sur 931 en 2021. Le pic a été atteint en 2022 avec 24 cas sur les 57 cas dépistés. Depuis le début de l'année 2025 jusqu'au Mars aucun cas n'a été signalé (Figure 14).

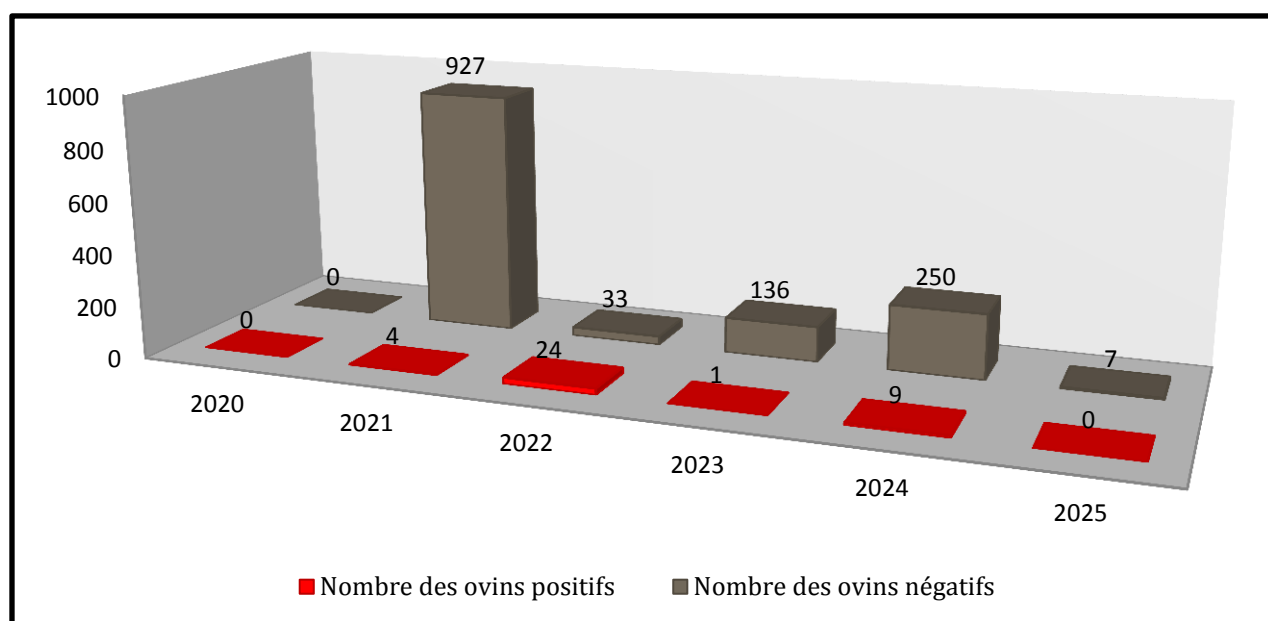


Figure 05 : Répartition des ovins dépistés par sérologie de l'année 2020-mars 2025.

(Source : DSA, 2025)

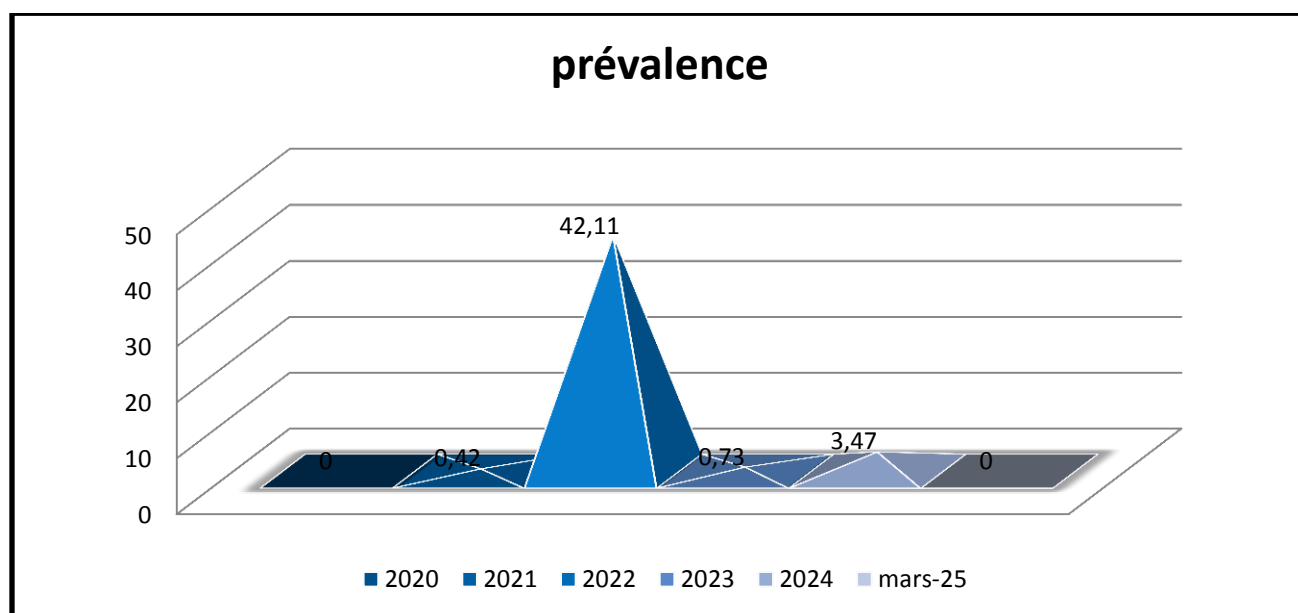
3.3.2. Résultat de la prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

On a observé dans le tableau 10 et la figure 15 que la prévalence de la brucellose ovine est de 0,42 % en 2021, qui a fortement augmenté à 42,11 % en 2022. On a ensuite noté une baisse à 0,73 % en 2023, avant une remontée à 3,47 % en 2024. Alors que durant les trois premiers mois de l'année 2025 la prévalence est nul (00 %).

Tableau 10 : Prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-mars 2025).

(Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des bovins dépistés	00	931	57	137	259	07
Nombre des bovins positifs	00	04	24	01	09	00
Prévalence (%)	00	0,42	42,11	0,73	3,47	00

**Figure 15** : Prévalence de la brucellose ovine dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025).

(Source : DSA, 2025)

3.3.3. Résultat de l'abattage sanitaire des cas positifs dans la wilaya de Mila (2020-Mars 2025)

Le tableau 11 et la figure 16 montre que tous les ovins infectés durant les années 2021, 2022, 2023 et 2024 ont été abattus avec un taux d'abattage sanitaire de 100 %.

Tableau 11 : Abattage sanitaire des cas positifs chez les ovins. (Source : DSA, 2025)

Année	2020	2021	2022	2023	2024	Mars-25
Nombre des ovins dépistés	0	4	24	1	9	0
Nombre des ovins positifs	0	04	24	1	9	0
Taux d'abattage (%)	0	100	100	100	100	0

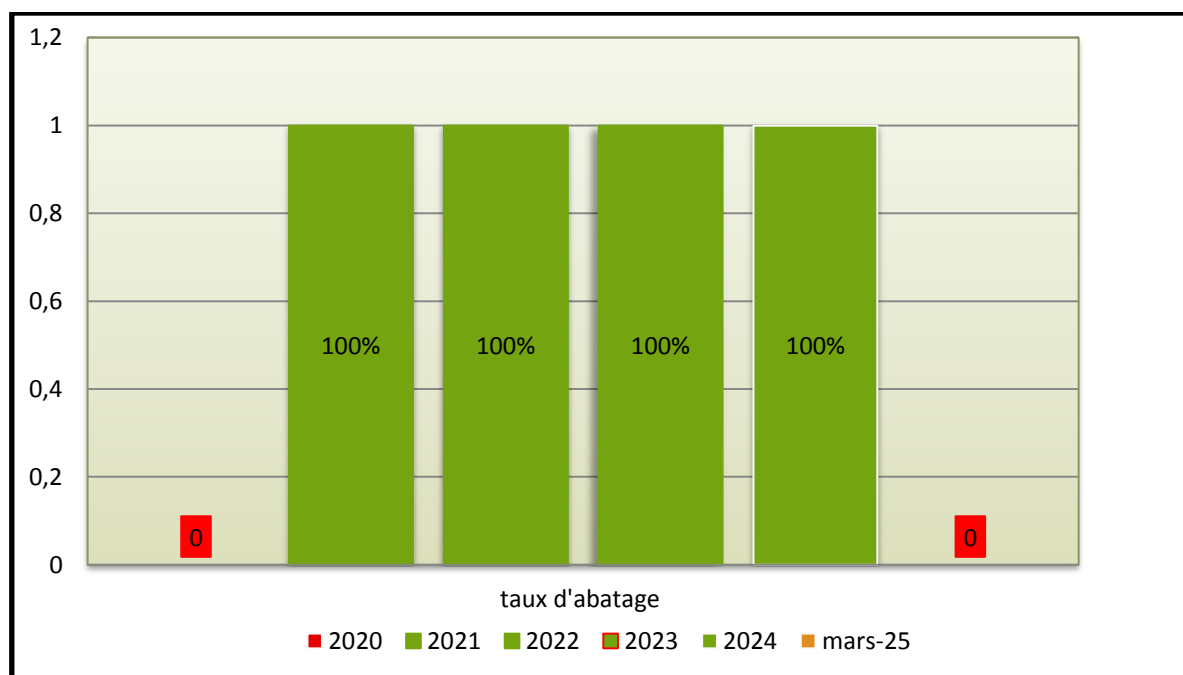


Figure 11 : Taux d’abatage sanitaire durant les années (2020-Mars 2025).

(Source : DSA, 2025)

3.3.4. Résultats des cas de brucellose ovine par commune infectée

Le tableau 12 et la figure 17 montre que le nombre de cas de brucellose ovine entre 2022 et mars 2025 varie considérablement d'une commune à l'autre dans la wilaya de Mila. La commune d’Aïn Beïda Harriche a enregistré le nombre le plus élevé de cas avec 21 cas, suivie de la commune de Yahia Beniguecha avec 8 cas. D'autres communes, telles que Tadjenanet avec 3 cas, Ferdjioua et Sidi Khelifa avec 2 cas chacune, et Teleghma et Oued Endja avec 1 cas chacune.

Tableau 12 : Nombre des cas de brucellose ovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025) (Source : DSP ,2025)

Les communes infectées	Nombre des cas Total
Yahia Beniguecha	08
Ferdjioua	02
Teleghma	01
Tadjenanet	03
Oued Endja	01
Sidi Khelifa	02
Ain Beida Harriche	21

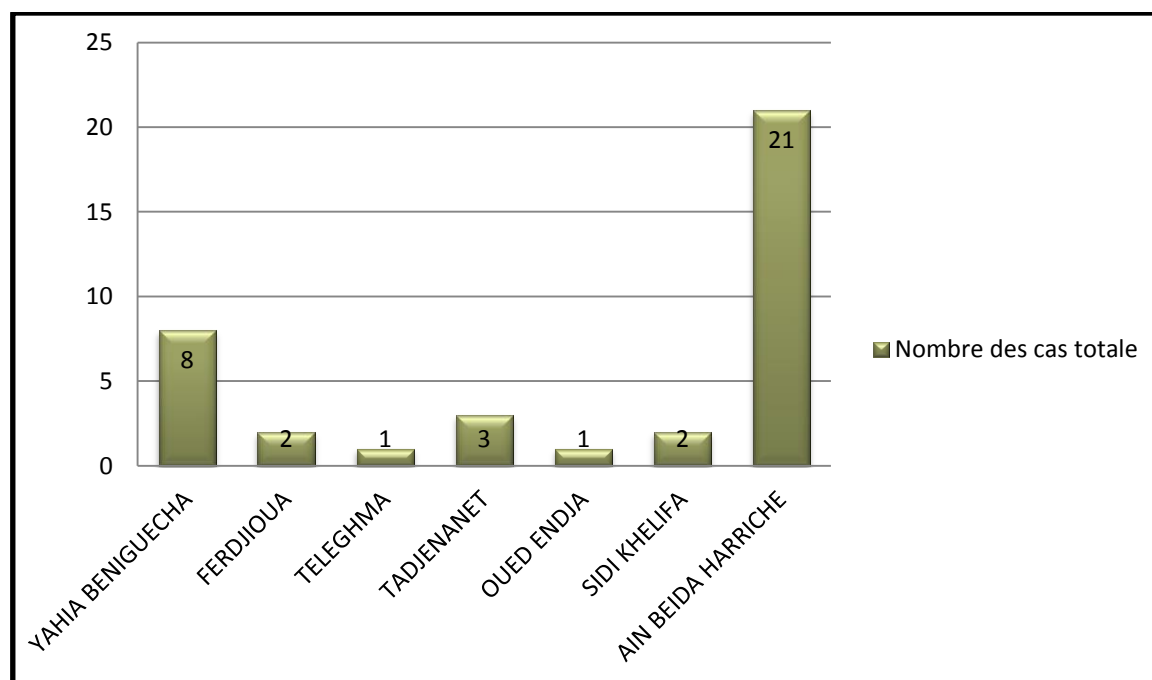


Figure 17 : Nombre des cas de brucellose ovine par commune infectée dans la wilaya de Mila (2020- mars 2025). (Source : DSP ,2025)

3.4. La brucellose humaine

3.4.1. Résultat globale (2022 - mars 2025)

D'après les résultats présentés dans le tableau 13 et la figure 18, on remarque que le nombre de cas de brucellose humaine a progressivement augmenté d'une année à l'autre. En 2024, le nombre des personnes touchés est relativement élevé (41 cas) par rapport aux autres années (2022 et 2023 avec 21 et 29 cas respectivement). Alors que seulement 05 cas ont été enregistrés au cours des trois premiers mois de 2025.

Tableau 13 : Nombre de cas de la brucellose humaine par année (2022- Mars 2025).
(Source : DSP ,2025)

Année	2022	2023	2024	Mars-2025
Nombre des cas	21	29	41	05

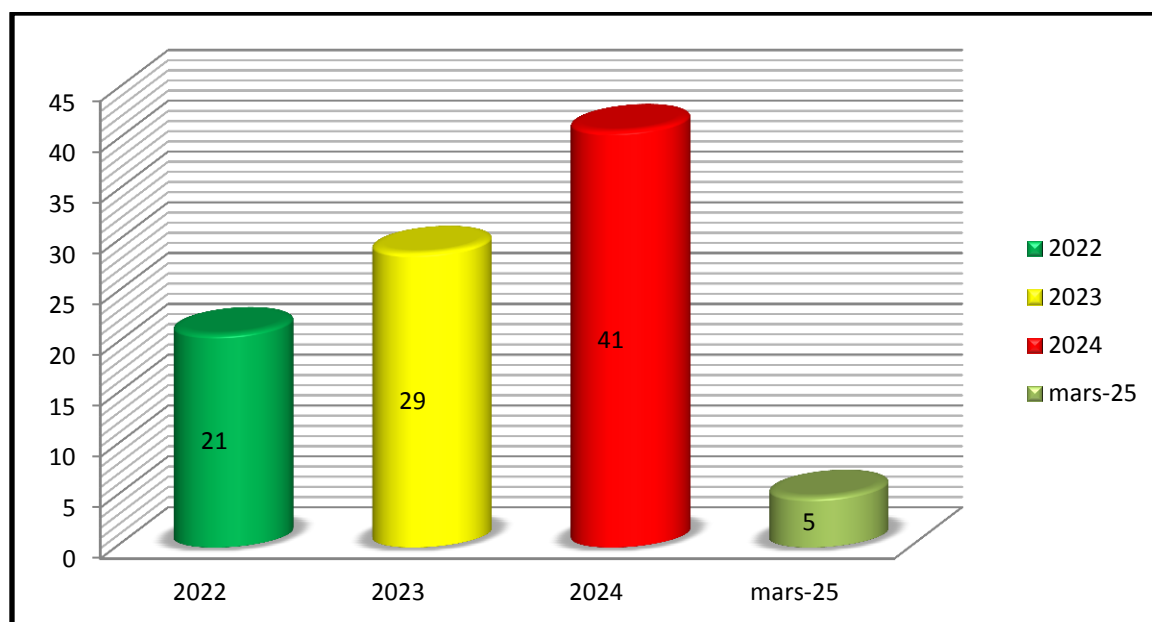


Figure 18 : Nombre de cas atteints de brucellose humaine. (Source : DSP ,2025)

3.4.2. Résultats des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022-2024)

Nos résultats montrent que la brucellose humaine dans la wilaya de Mila durant les années (2022-2024), est très fréquente durant la saison d'été (les mois de Juin, juillet et Aout) et le premier mois du printemps (Septembre). Sachant que le pic a été enregistré durant le mois de juillet (20 cas). Le nombre des cas le plus faible est remarqué pendant les mois de janvier et d'avril dont un seul cas a été enregistré pour chacun (Tableau 14 et Figure 19).

Tableau 14: Répartition des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022-2024). (Source : DSP ,2025)

Année	Nombre des cas											
	Janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	Août	Septembre	Octobre	novembre	Décembre
2022	00	00	00	00	00	06	07	05	02	00	01	00
2023	01	01	03	00	03	01	06	03	04	03	03	01
2024	00	01	01	01	04	04	07	02	07	06	05	03
Total	01	02	04	01	07	11	20	10	13	09	09	04

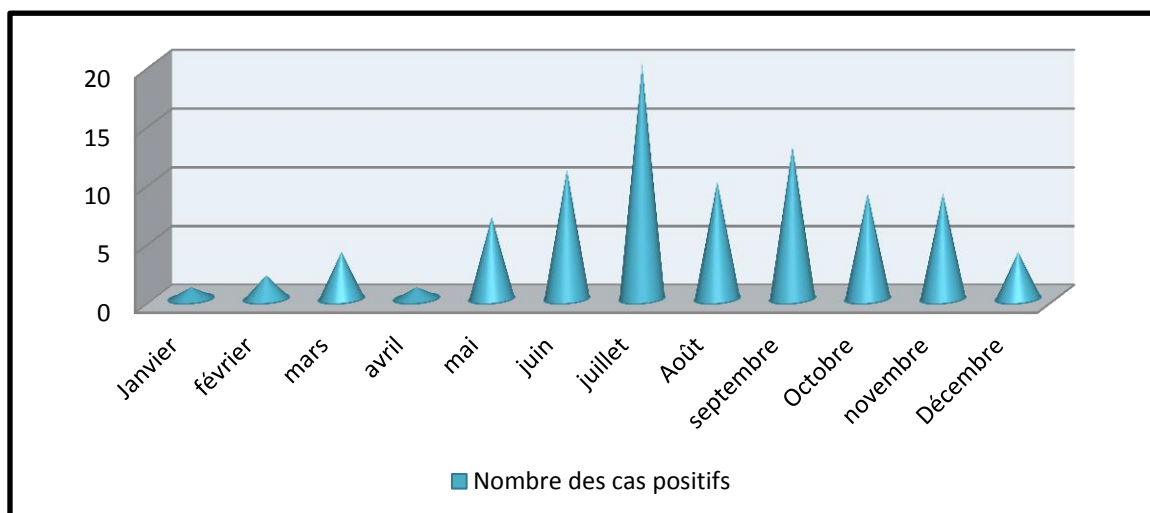


Figure 19 : Nombre des cas de brucellose humaine par mois durant les années (2022 -2024)
(Source : DSP ,2025)

3.4.3. Résultats des cas de brucellose humaine par mois (Janvier – Mars 2025)

Pour l'année 2025, 03 cas sont enregistrés dans le mois de janvier alors qu'un seul cas a été enregistré dans les autres mois (Février et Mars). (Tableau 15 et Figure 20)

Tableau 15 : Répartition des cas de brucellose humaine par mois (Janvier – Mars 2025)
(Source : DSP ,2025)

Mois	Janvier	Février	Mars
Nombre des cas	03	01	01

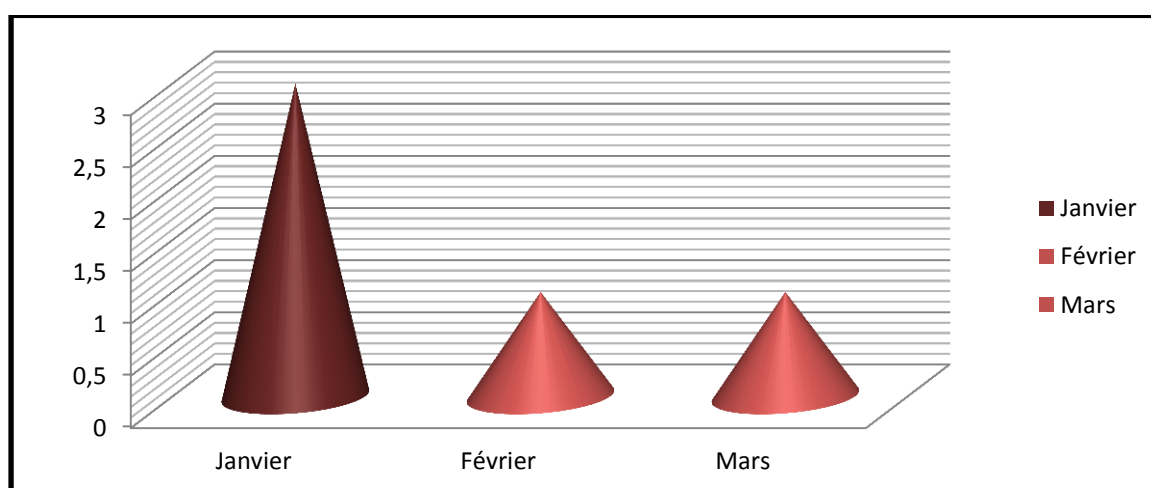


Figure 17 : Nombre des cas de brucellose humaine par mois (Janvier –Mars 2025).
(Source : DSP ,2025)

3.4.4. Résultats des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022- mars 2025)

D'après les résultats présentés dans le tableau 16 et la figure 21, on constate clairement que la brucellose humaine est répandue dans plusieurs municipalités (23 Communes infectées /32 communes de la wilaya), avec une concentration des cas dans certaines zones. Les communes de Chelghoum Laïd, de Tadjenanet, d'Aïn Beida Harriche et Yahia Beniguecha sont les zones le plus touchés par cette maladie avec (18, 12, 11 et 10 cas respectivement).

Tableau 16 : Nombre des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022- mars 2025). (Source : DSP ,2025)

Les communes infectées	Nombre des cas total
Yahia Beniguecha	10
Mila	05
Ferdjioua	09
Chelghoum Laid	18
Oued Athmenia	01
Ain Mellouk	01
Teleghma	03
Oued Seguen	01
Tadjenanet	12
Benyahia Abderrahmane	01
Oued Endja	04
Ahmed Rachedi	01
Bouhatem	04
Tessala	01
Grarem Gouga	02
Tassadane Haddada	05
Derrahi Bousselah	01
Minar Zarza	01
Amira Arres	01
El Mechira	01
Sidi Khelifa	02
Elayadi Barbes	01
Ain Beida Harriche	11

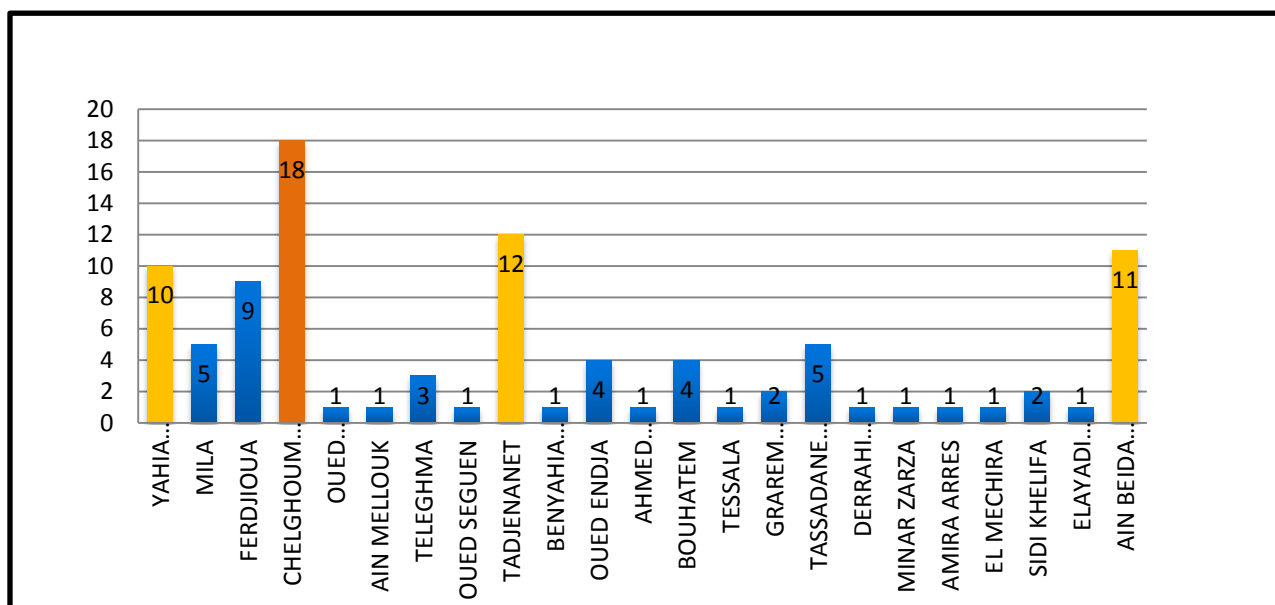


Figure 21 : Nombre des cas de brucellose humaine par commune infectée durant les années (2022- mars 2025). (Source : DSP ,2025)

3.4.5. Résultats des facteurs de risque liés à la brucellose

D'après le tableau 17 et la figure 22, la consommation de lait cru représente le facteur de risque le plus fréquent (86 cas soit 30%), suivi par l'achat de lait des vendeurs ambulants (45 cas soit 16%), en troisième lieu la manipulation des avortons bovine /caprine (38 cas soit 13%). Le contact représente aussi un pourcentage assez important : 10% et 9% pour les et les vétérinaires et les éleveurs (Entretien/traite), respectivement.

Tableau 17 : Facteurs de risque liés à la brucellose. (Source : DSP, 2025)

Variables		Nombre des cas
Manipulation d'avorton	Caprine	14
	Bovine	24
Type de lait consommé	Cru	86
	Chauffé	02
Source de lait	Vendeurs lait agréés	05
	Vendeurs de lait ambulants	45
	familiale	15
	Ferme privée	20
Type de contact	Berger	20
	Entretien/traite	25
	vétérinaire	30

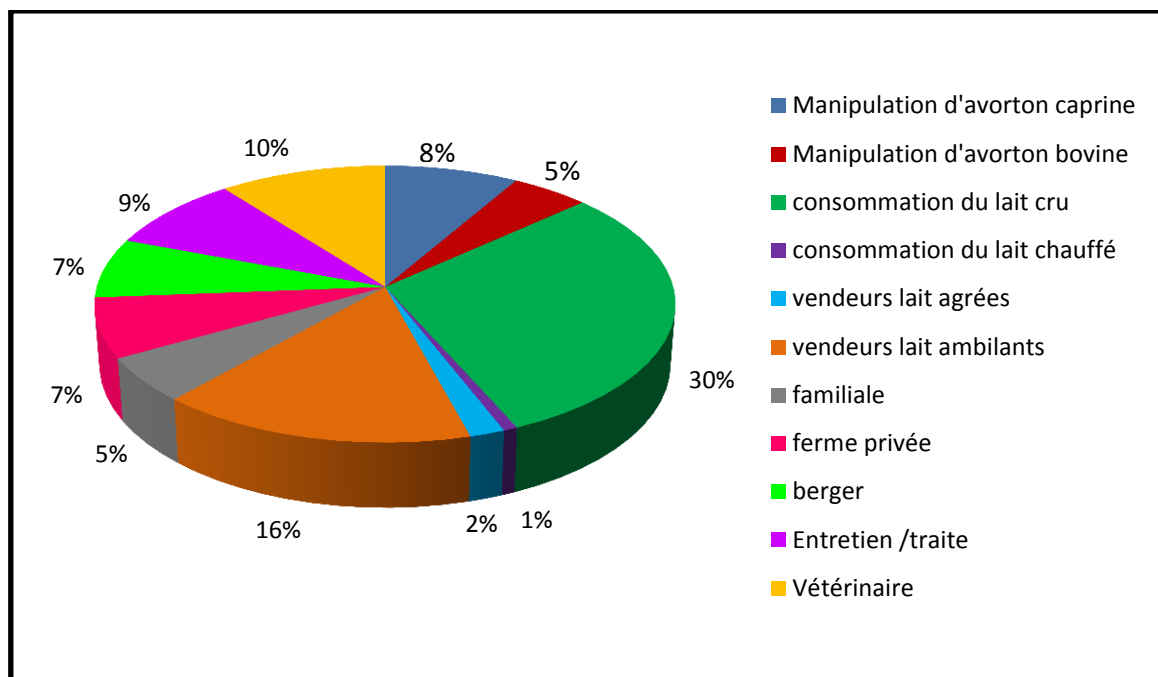


Figure 22 : Facteurs de risque liés à la brucellose. (Source : DSP, 2025)

Chapitre III :

Discussion

4. Discussion

4.1. La brucellose animale

Dans le cadre des efforts nationaux visant à limiter la propagation de la brucellose animale, les services vétérinaires algériens ont entamé depuis 1995, la mise en œuvre d'un programme national axé sur le renforcement des mesures de prévention sanitaire. Ce programme comprend le dépistage régulier, et la surveillance continue du cheptel, en plus des campagnes de vaccination organisées, ainsi que l'adoption de l'abattage sanitaire comme mesure nécessaire pour éliminer les animaux infectés.

Malgré ces efforts, la maladie continue de représenter une menace persistante pour le secteur de l'élevage, notamment chez les bovins, les ovins et les caprins, qui sont les plus touchés en termes de taux d'infection. Cela est confirmé par de nombreuses recherches antérieures, dont l'étude réalisée par **Laribi et al., (2023)**, intitulée : « Le Test Rose Bengale, un moyen de diagnostic rapide chez les humains : application chez les animaux sensibles à la Brucellose », ce qui concorde avec nos résultats selon lesquels les trois espèces sont affectées.

L'étude statistique menée dans la wilaya de Mila sur la période allant de 2020 à Mars 2025 a révélé une baisse préoccupante de la couverture vétérinaire des examens relatifs à la brucellose bovine, avec un taux ne dépassant pas 0,92 % en 2020. Ce taux est faible comparé à celui enregistré dans la wilaya de Djelfa, selon une étude réalisée par **Abdellaoui et al. (2021)**, où le taux de couverture a atteint environ 2,79 % durant une des années comprises entre 2010 et 2020.

Cette disparité est probablement liée aux répercussions de la pandémie de COVID-19, qui a perturbé de nombreuses campagnes vétérinaires de prévention, ainsi qu'au manque d'équipements et de laboratoires vétérinaires efficaces durant cette période, ce qui a limité la capacité d'intervention des services vétérinaires. L'étude a également révélé une faible coopération des éleveurs, qui ne soumettent généralement leur bétail au dépistage que par nécessité, en raison d'un manque de sensibilisation aux risques de cette maladie et à ses modes de transmission à l'homme.

En outre, l'étude a enregistré une augmentation soudaine et préoccupante du taux de prévalence de la brucellose bovine durant le premier trimestre de l'année 2025, atteignant

21,87 % en une période ne dépassant pas trois mois, avec des taux inférieure à 0,53 % ont été enregistrés dans les autres années d'étude (2020-2024).

Cette hausse pourrait être liée à une application insuffisante du contrôle sanitaire, à l'importation ou au déplacement d'animaux sans examen vétérinaire, à un recul des programmes de vaccination, ou peut-être à l'amélioration des moyens de diagnostic, ayant permis de détecter un plus grand nombre de cas dans une courte période.

Par ailleurs, une étude rétrospective de la séroprévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mostaganem en 2020 par **Kherbache**, a montré une légère augmentation du taux de prévalence, passant de 0,014 % en 2018 à 0,019 % en 2019. Cette augmentation limitée peut s'expliquer par l'exclusion des systèmes d'élevage traditionnel ou familial des dépistages, ainsi que par une augmentation possible du nombre d'animaux échappant au contrôle, ce qui constitue une source de risque continue.

Concernant l'abattage sanitaire des bovins infectés, les données montrent que la wilaya de Mila a respecté pleinement cette mesure, avec un taux d'exécution de 100 % durant les années 2020, 2021, 2022, 2023, et jusqu'à mars 2025, traduisant une réelle adhésion au programme national. Toutefois, l'année 2024 a enregistré un recul de ce taux à 66,66 %, en raison de circonstances exceptionnelles comme la mort de certains bovins avant leur abattage, et la faiblesse du système d'indemnisation, ce qui aurait poussé certains éleveurs à dissimuler les bovins infectés pour éviter les pertes.

Ces observations contrastent avec les résultats de l'étude menée par **Bouchahed et Gheribi** en 2016 sur la situation dans la wilaya de Guelma, qui ont montré que le taux d'abattage sanitaire n'a pas atteint 100 % durant les années 2010, 2012 et 2013, ce qui indique un déficit dans l'application complète des mesures préventives dans certaines wilayas.

Concernant l'appréciation de la brucellose caprine dans la wilaya de Mila, les résultats obtenus révèlent une diminution du taux d'infection de cet espèce. Cette baisse relative du nombre de cas peut être expliquée par plusieurs facteurs, notamment la couverture vétérinaire limitée allouée à cette catégorie animale, puisque les programmes de surveillance vétérinaire privilégient les bovins en raison de leur importance économique. Cela pourrait réduire les chances de détection précoce des infections chez les caprins. De plus, le mode d'élevage des chèvres, souvent pratiqué dans les zones montagneuses et reculées, complique les opérations de dépistage et de suivi périodique.

Malgré l'augmentation du taux de prévalence enregistrée en 2024, probablement due au contact entre chèvres et bovins infectés dans les systèmes d'élevage mixte, les cas enregistrés durant d'autres périodes étaient moins nombreux. Cela pourrait s'expliquer par une faible densité caprine ou par l'efficacité relative de certaines interventions vétérinaires.

En comparaison, une étude menée par **Khelafi** en **2021**, intitulée « Étude de la brucellose chez les petits ruminants et son évolution en Algérie », a estimé le taux moyen de prévalence de la brucellose caprine au niveau national à 7,06 % sur plus de vingt-cinq ans de surveillance épidémiologique. Ce taux est inférieur à certains taux enregistrés localement, comme ceux rapportés dans la wilaya de Mila durant certaines périodes. Il est à noter que ce taux national n'a pas connu d'amélioration significative depuis le début du programme de prévention, et que le taux d'infection enregistré ces dernières années est supérieur à celui des premières étapes, ce qui reflète une efficacité limitée des mesures mises en place. Cette lacune pourrait être due à plusieurs contraintes de terrain, notamment le mode d'élevage extensif, l'absence d'un système national efficace d'identification et de suivi du cheptel, le non-respect périodique des opérations de dépistage et d'abattage, ainsi que la faible application des mesures sanitaires de base en cas de foyers d'infection, telles que l'isolement et la désinfection.

En outre, les cas d'infection des ovins par la brucellose dans la wilaya de Mila ont connu une fluctuation notable. L'année 2022 a été marquée par une flambée significative, avec un taux de prévalence atteignant 42,11 %, traduisant un dysfonctionnement évident du système de prévention vétérinaire. Cette forte augmentation est attribuée à plusieurs facteurs, notamment la faiblesse du contrôle vétérinaire et l'introduction de moutons provenant de zones contaminées, sans respect des mesures de quarantaine.

La baisse subséquente du nombre de cas pourrait être liée à une amélioration des interventions sur le terrain, telles que le renforcement de l'abattage sanitaire et de l'isolement, ou encore l'intensification des examens vétérinaires préventifs. À d'autres moments, on a observé l'absence d'opérations d'abattage, ce qui pourrait être dû soit à l'absence de cas détectés, soit à une interruption temporaire de l'application des mesures de contrôle sanitaire.

À propos la répartition géographique de la maladie, les résultats des études de terrain montrent que les cas de brucellose animale ont été enregistrés plus fréquemment en milieu rural qu'en milieu urbain.

Les données indiquent également que les infections ne sont pas réparties de manière homogène entre les trois types de bétail (bovins, ovins, caprins), mais sont plutôt concentrées avec des taux élevés dans certaines communes telles que Ain Beida Harriche, Yahia Beniguecha, Aïn Melouk, Oued Athmania, Oued Endja, et Tadjenanet.

Cette disparité dans le nombre de cas pourrait s'expliquer par un ensemble de facteurs interdépendants, dont le recours des éleveurs à la transhumance saisonnière, qui entraîne le déplacement des troupeaux sur de longues distances à la recherche de pâturages et d'eau, ce qui augmente les risques de contact entre animaux dans des points d'eau ou des pâturages communs.

Ces pratiques représentent des facteurs majeurs de transmission de l'infection, en particulier en raison de la nature hautement contagieuse de la bactérie de la brucellose

4.2. Brucellose humaine

Notre étude rétrospective sur la prévalence de la brucellose humaine dans la wilaya de Mila durant la période allant de 2022 à mars 2025, a révélé une augmentation notable des personnes touchés, avec un total de 41 cas recensés en 2024. Ce chiffre, bien que significatif, reste inférieur à celui rapporté par **Kouidri et Zaza (2018)**, dans leur étude intitulée *Étude rétrospective de la brucellose dans la wilaya d'Aïn Defla*, couvrant la période de 2003 à 2017.

Cette différence peut s'expliquer par plusieurs facteurs, notamment la densité variable du cheptel, les niveaux d'application des mesures préventives vétérinaires, l'efficacité des systèmes de notification et de diagnostic, ou encore les modes de consommation du lait cru, ainsi que la nature de l'interaction directe avec les animaux.

Concernant la répartition saisonnière, nos données indiquent que le pic des infections dans la wilaya de Mila a été observé durant la saison estivale. Cela pourrait être lié à la période de mise bas des ruminants, pendant laquelle l'exposition aux sécrétions animales contenant *Brucella spp*, telles que le placenta et les fluides vaginaux, augmente.

La consommation de lait frais et de ses dérivés sans stérilisation suffisante, en particulier dans les zones rurales, pourrait également contribuer à l'augmentation des taux d'infection durant cette période. On suppose également que la phase d'allaitement, pendant laquelle le lait est consommé immédiatement après la mise bas, constitue un facteur de risque supplémentaire en l'absence de traitement thermique.

En revanche, les résultats de l'étude menée dans la wilaya d'Aïn Defla par **Kouidri et Zaza., 2018)** indiquent que la majorité des cas ont été enregistrés au printemps, ce que les auteurs ont lié à la période d'activité reproductive intense chez les ruminants, où les risques d'exposition aux sécrétions infectieuses sont accrus lors des mises bas ou des interventions en cas d'avortement, en plus de la consommation traditionnelle de lait non pasteurisé, que ce soit pour l'autoconsommation ou à des fins commerciales.

À travers cette comparaison, il apparaît que le schéma saisonnier de la propagation de la brucellose diffère entre les deux wilayas : le pic semble survenir en été à Mila, tandis qu'il a été observé au printemps à Aïn Defla. Cette divergence pourrait être attribuée à des facteurs environnementaux et climatiques, ou encore à des pratiques locales différentes en matière d'élevage et de calendrier des mises bas. Toutefois, certains facteurs de risque demeurent communs, notamment le contact direct avec les sécrétions de mise bas ou d'avortement, ainsi que la consommation non sécurisée de lait.

La répartition géographique inégale de la brucellose humaine pourrait être attribuée à des facteurs environnementaux et économiques ayant contribué à l'augmentation des cas de la maladie dans certaines zones. La majorité des infections se concentrent dans les communes de Chelghoum Laïd, Tadjenanet et Aïn Beida Harriche, où l'élevage du bétail (bovins, ovins et caprins) constitue une source principale de subsistance, souvent pratiqué dans des conditions sanitaires précaires. À cela s'ajoute un manque de sensibilisation des populations de ces communes concernant les modes de gestion des animaux infectés et les mesures de prévention de la transmission, ainsi que l'absence de systèmes appropriés pour le traitement des déchets animaux et la faiblesse des infrastructures de santé publique.

4.3. Facteurs de risques liés à la brucellose

En ce qui concerne les facteurs de risque à la brucellose, 30% des personnes est séropositive dû à la consommation de lait cru (lait sans chauffage préalable). **Steinmann et al., (2006)** ont trouvé une séroprévalence de 8,7%, 19,4% et 10,5% respectivement chez les personnes consommant le lait, du lait non pasteurisé et d'autres produits laitiers. L'épidémiologie de la brucellose a été éclaircie par la Commission britannique de la fièvre méditerranéenne. Cette commission a établi que l'origine de l'infection humaine était la chèvre de Malte.

À cette époque, l'île comptait 20.000 chèvres dont 50% étaient contaminées, 10% donnaient du lait infecté. dès que l'on s'est mis à pasteuriser le lait frais fourni à la garnison de Malte, la fréquence de la maladie chez les soldats diminua de 90%. La maladie était donc bien véhiculée par le lait.

Toujours parmi ces facteurs, 16% des personnes malades achetées de lait des vendeurs ambulants non contrôlés. 38 des cas (13%) sont dus à la manipulation des avortons bovine /caprine. **Sow** en **(2011)** montre que la contamination directe de l'homme se fait par contact avec des tissus animaux et des sécrétions infectées ou par inhalation de matériel sec pollué.

En plus, cette étude montre que 09% des vétérinaires et 10% des personnes en contact (entretien et traite) sont séropositives. **Steinmann et al., (2006) et (Sow, 2011)** ont trouvé une séroprévalence de (10,2% et 4,76%) respectivement chez les personnes en contact direct avec les animaux.

Conclusion

Conclusion Et Recommandations

Notre étude rétrospective concernant la brucellose animale et humaine dans la région de Mila de la période allant de 2020 à Mars 2025 a montré que la brucellose représente toujours un véritable danger dans la région, tant pour la santé animale que pour la santé humaine.

Ainsi, les analyses des données fournis par DSP et la DSA de la wilaya, ont révélé une augmentation notable du nombre de cas de la brucellose humaine en 2024, avec une variation de la prévalence de la brucellose animale selon l'espèce d'une année à l'autre. En plus, une baisse préoccupante du dépistage sérologique de la maladie a été enregistrée, avec un taux ne dépassant pas 0,92 % en 2020 pour le cheptel bovin.

En effet, notre étude a montré que les cas chez les bovins étaient élevés en 2020, alors que les caprins ont enregistré le taux d'infection le plus élevé en 2024, et les ovins ont connu la plus forte prévalence en 2022. Ces infections ont touché la majorité des communes de la wilaya de Mila, avec une concentration relative dans certaines zones, et la maladie continue d'apparaître tout au long de l'année.

Les animaux infectés, en particulier ceux élevés dans les troupeaux domestiques, représentent les principaux réservoirs de la bactérie, rendant l'élimination de la brucellose humaine étroitement liée à l'éradication de la maladie dans ses foyers animaux.

De plus, la variation observée dans les taux d'abattage selon l'espèce animale reflète un déséquilibre dans les interventions préventives, constituant un facteur explicatif de la prévalence de l'infection.

Concernant la répartition saisonnière et géographique de la brucellose humaine, nos données indiquent que le pic des infections dans la wilaya de Mila a été observé durant la saison estivale ; et la majorité des infections se concentrent dans les communes de Chelghoum Laïd, Tadjenanet et Aïn Beida Harriche.

La consommation de lait cru, la manipulation des avortons bovine /caprine, le contact avec les animaux (entretien, traite et vétérinaires) ; constituent les principaux facteurs liés à la brucellose. Le risque de brucellose lie à la consommation du lait cru est accentué de façon progressive chaque jour dont la prédominance de ce facteur dans notre étude (30%).

En effet, le manque de données sur le nombre total de cheptel et sur le statut vaccinal des animaux, ainsi que l'absence d'infrastructures performantes, de moyens et de personnel solidement qualifié rendent impossible une étude de prévalence précise.

Cependant, nous avons pu mettre en avant un fait essentiel, à savoir que le programme de lutte mis en place contre cette zoonose dans la wilaya n'était pas suffisamment efficace, et qu'une grande partie du cheptel était encore atteint.

Ces résultats confirment l'importance d'adopter l'approche « One Health » qui lie la santé humaine, animale et environnementale. Ils soulignent également la nécessité d'approfondir les études épidémiologiques, notamment dans les communes ayant enregistré des taux d'infection élevés, afin de mieux comprendre la dynamique de la prévalence de la maladie et d'analyser les facteurs environnementaux, comportementaux et sociaux qui y contribuent.

Suite à ces conclusions et afin de mettre en œuvre un programme efficace de lutte contre la brucellose animale, de limiter sa transmission à l'homme et de réduire ses effets néfastes, nous proposons un ensemble de mesures sanitaires visant à contrôler puis éradiquer la maladie.

➤ **Au niveau animal :**

- ✓ Réaliser un recensement exhaustif et une identification précise des animaux (par numérotation ou marquage), base essentielle pour le suivi des cas.
- ✓ Effectuer un contrôle régulier des animaux tous les six mois dans tous les troupeaux, au lieu de se contenter d'un contrôle saisonnier ou uniquement en cas de suspicion.
- ✓ Réaliser des tests sérologiques périodiques pour détecter précocement les cas infectés.
- ✓ Isoler les femelles gestantes du troupeau avant la mise bas avec une déclaration obligatoire des cas d'avortement.
- ✓ Encourager l'élevage en système fermé, avec interdiction d'introduire de nouveaux animaux sans contrôle sanitaire rigoureux.
- ✓ Mettre en place des programmes d'incitation financière pour les éleveurs respectant les mesures sanitaires, tels que des subventions ou des réductions sur les vaccins.
- ✓ Éviter l'élevage mixte de différentes espèces (comme le mélange entre bovins et caprins) dans la même étable afin de prévenir la transmission de l'infection.

➤ **Au niveau humain :**

- ✓ Intégrer la brucellose dans la liste des maladies à déclaration obligatoire par voie électronique afin d'améliorer la rapidité de signalement et de réponse.
- ✓ Mettre à disposition des unités mobiles de dépistage et d'éducation sanitaire dans les zones rurales, notamment les communautés vivant de l'élevage.
- ✓ Encourager la consommation de produits laitiers pasteurisés ou recommander de bien faire bouillir le lait avant utilisation.
- ✓ Sensibiliser les groupes à risque (tels que les éleveurs, vétérinaires et travailleurs d'abattoirs) aux modes de transmission de la brucellose.
- ✓ Orienter rapidement les cas humains suspects vers les structures de santé spécialisées pour un diagnostic et un traitement appropriés, étape essentielle pour limiter les complications sanitaires.
- ✓ Interdire la vente anarchique de lait cru et de ses dérivés sans autorisation sanitaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Abdellaoui F Z., Abderrahim S .,(2021)** : La prévalence de la brucellose dans la wilaya de Djelfa (2010 - 2020). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master. Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire .Université Ziane Achour –Djelfa. P 21
2. **Abera, T., Legesse, Y., Mummed, B., Urga, B.,(2016)** : Bacteriological quality of raw camel milk along the market value chain in Fafen zone, Ethiopian Somali regional state. BMC Research Notes, 9(1), 285.
3. **Adamou, 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, Spécialité : Épidémiologie des maladies transmissibles et Gestion des Risques Sanitaires (EGRS), École Inter-États des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar (E.I.S.M.V.) P 5
4. **Addis,M.(2015)** : Public Health and Economic Importance of Brucellosis: A Review. Public Policy and Administration Research .ISSN 2224-5731(Paper) ISSN 2225-0972(Online). 5(7) pp 69-72
5. **Akakpo A.J., Saley M., Bornarel P., ET Sarradin P., (1986)** : Epidémiologie de la brucellose en Afrique tropicale : Analyse sérologique et identification des deux premières souches de *Brucella abortus* biotype 3 au Niger *Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop.*, **4**(2) : 265.
6. **Bachrach et al., (1994) : cité par Bounaadja L., (2010)** : Développement d'une PCR en temps réel pour la détection des *Brucella* et relation avec le genre *Ochrobactrum*. Thèse : *Biol.Org.: Université de Maine*.
7. **Baddour M. M. (Ed.). , (2015)** : Updates on Brucellosis. InTech. ISBN: 978-953-51-2211-1. pp5-14
8. **Bano Y., & Lone S. A., (2015)** : Brucellosis: An economically important infection. *Journal of Medical Microbiology & Diagnosis*, 4(4), 208. P 3
9. **Bellamine K., Riyad M., Takourt B., Farouqi B., & Fellah H., (2012)** : Diagnostic biologique de la brucellose humaine : comparaison de deux techniques de séroagglutination [Laboratory diagnosis of human brucellosis: Comparison of two techniques of serum agglutination]. *Les Technologies de Laboratoire*, 7(29).P100
10. **Benkirane A., (2001)** : Surveillance épidémiologique et prophylaxie de la brucellose des ruminants : Exemple de la région de l'Afrique du Nord et Proche –Orient. *Rev. sci. tech. Off.int. Epiz.*, **20** (3):757-767.
11. **Bensafi S., Berriah I., Bouziane AN., (2021)** : Brucellose humaine et animale à Tiaret : état de lieux et programme de lutte. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique . Biologie Moléculaire et Cellulaire . Université Ibn Khaldoun, Tiaret.P5
12. **Bonfoh B., Fane A., Traore A.P., et al., (2002):** Use of an indirect enzyme immunoassay for detection of antibody to *Brucella abortus* in fermented cow milk. *Milchwissenschaft* 57(7) : 361-420.
13. **Bonfoh B., Makita K., Grace D., (2010):** Analyse participative des risques des denrées alimentaires d'origine animale. Communication introductive.
14. **Bounaadja L., (2010)** : Développement d'une PCR en temps réel pour la détection des *Brucella* et relation avec le genre *Ochrobactrum*. Thèse : *Biol.Org.: Université de Maine*
15. **Bouainah O., Bouanane R., & Bouremouz Y., (2020)** : La consommation du lait et

produits laitiers et les dangers sanitaires liés aux zoonoses [Mémoire de Master, Université Mohamed Seddik Ben Yahia – Jijel, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de Microbiologie Appliquée et Sciences Alimentaires, Filière Sciences Alimentaires, Option Agroalimentaire et Contrôle de Qualité].P44

16. **Bouchahed B., & Gheribi S., (2016) :** La brucellose bovine et son impact sur la santé publique dans la région de Guelma (Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 Guelma, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Spécialité : Production et Technologie Laitières). Université de Guelma.pp 2-18
17. **Bundle D. R., & McGiven J. ; (2017) :** Brucellosis: Improved diagnostics and vaccine insights from synthetic glycans. *Accounts of Chemical Research*, 50(12), 2958–2967. P 2959
18. **Charline , D.,(2024) :** Brucellose. Santé Net . <https://www.sante-sur-net.com/maladies/maladies-infectieuses/brucellose/>
19. **Dahmani A., Lounes N., Bouyoucef A., Rahal K., (2017) :** Étude sur la brucellose humaine dans la daïra d’Aziz (Algérie). *Épidémiol. et santé anim.*, 73: 137-145
20. **Dean A.S., Bonfoh B., Kulo A.E. et al., (2013) :** Epidemiology of brucellosis and Q Fever in linked human and Animal Populations in Northern Togo. *Plos one*: e71501. www.plosone.org. (Consulté le 20/02/2025).
21. **Delia G., (2008) :** Aliment Sûr, Aliment Equitable, Approches du risque basé sur la sécurité sanitaire de l’aliment dans le secteur informel ; ILRI.
22. **Drif A.,Serhane F., Boudrissa A.,(2016) :** L’impact de la brucellose bovine sur l’économie et La santé publique Cas du foyer de Boussaâda. Mémoire en vue de l’obtention du diplôme de master.Université Mohamed Boudiafde M’sila
23. **Elbehiry A., Aldubaib M., Al Rugaie O., Marzouk E., Abaalkhail M., Moussa I., et al.,(2022) :** Proteomics-based screening and antibiotic resistance assessment of clinical and sub-clinical *Brucella* species: An evolution of brucellosis infection control. *PLoS ONE* 17(1): e0262551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262551> P3
24. **El Idrissi A.H., Benkirane A., Maadoudi M.E. et al., (2001) :** Efficacité comparée des vaccins à Souches vivantes RB51 de *Brucella abortus* et Rev1 de *Brucella melitensis* contre une infection expérimentale chez des brebis gravides *Rev.scient. Tech. Off. Int. Epiz*, 20(3):741-747.
25. **FAO, (2006) cité par Kabir A, (2015) :** Contrainte de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l’industrie laitière (constats et perspectives) .Thèse en vue de l’obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie.Microbiologie alimentaire. Université d’Oran (Ahmed ben bella).P195
26. **FAO., (2008) :** Diagnostic de la brucellose [en ligne] : Accès Internet <ftp://ftp.fao.org/unfao/bodies/fc/fc128/k5381f>. (Consulté le 05/03/2025).
27. **FAO. ,(2017) :** Le lait et produits laitiers. La composition du lait. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/milk-composition/fr>. (Consulté le 05/03/2025)
28. **FAO/OMS., (2006) :** Les bases scientifiques des travaux du codex : L'analyse des risques dans le cadre du Codex. Module 4.1 Document de formation codex. 197 pages.
29. **FAO/OMS., (2007) :** Fourniture d’avis scientifiques sur la sécurité sanitaire des aliments et la nutrition (au Codex et aux pays membres). Rome/Genève.
30. **FAO et OMS., (2019) :**Commission du Codex Alimentarius - Manuel de procédure - Vingt-septième édition.Rome [285] p. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.pp 29-104
31. **FAO et OMS.,(2020) :** Outil d'évaluation des systèmes de contrôle des aliments: Introduction et glossaire. Série sécurité sanitaire et qualité des aliments no 7/1. Rome.

<https://doi.org/10.4060/ca5334fr>. pp 13-35

32. **FAO & WHO., (2021) :** Microbiological Risk Assessment - Guidance for Food (Microbiological Risk Assessment Series No. 36). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO). ISSN 1726-5274, pp. 7-89
33. **Fédération Nationale des Acteurs de la Filière Lait du Sénégal(FENAFILS), Fédération des Éleveurs Indépendants et Transformateurs Laitiers du Sénégal(FEITLS), Directoire National des Femmes en Élevage(DINFEL), Union des Producteurs et des Préposés au Rayon Laitier, Union Nationale des Consommateurs Sénégalais., (2011) :** Maîtrise de la qualité dans les unités de transformation du lait : Guide de bonnes pratiques d'hygiène. Projet d'Appui à la Transformation et Valorisation du Lait Local (PROLAIT) - GRT. Sénégal.pp16-20.
34. **Fournier V., (2014) :** Gestion d'un foyer de brucellose a *Brucella melitensis* dans un élevage bovin laitier de Haute-Savoie par les services vétérinaires, Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université de Lyon, P110
35. **Foster G., Osterman B.S., Godfroid J., et al., (2007) :***Brucella ceti* sp. nov. And *Brucella pinnipedialis* sp. nov. For *Brucella* strains with cetaceans and seals as their preferred hosts. *Int J Syst Evol Microbiol.* **57**(Pt 11) : 2688-2693.
36. **Freycon P., (2015) :** Rôle du bouquetin *Capra ibex* dans l'épidémiologie de la brucellose a *Brucella melitensis* en Haute-Savoie, Thèse pour obtenir le grade de docteur vétérinaire, Université de Lyon,P 190
37. **Gall D. et Nielsen K., (2004) :** Comparaison des méthodes sérologiques de diagnostic de la brucellose bovine en termes de performances et de coûts: Numéro pluri thématique de la revue scientifique et technique. *Off.Int.Epiz*, 2004, **23**(3) : 989-1002
38. **Gauldbaum et al.,(1993) cité par Sow I., (2011):** Evaluation du risque de brucellose lie à la consommation du lait frais dans la commune rurale de Cinzana. Mémoire de DEA pour l'obtention du diplôme d'études approfondies (DEA) en sciences biologiques appliquées .Option : microbiologie appliquée. Université de BAMAKO.P64
39. **Goofroid J., Cloeckart A., Liacetard J.P. et al., (2005):** From the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been re-emergengend zoonoses. *Véterinary.Research*, **36**:313-326.
40. **Gret., Iprolait., (2020) :** Maîtrise de la qualité de la transformation laitière au Burkina Faso- Guide de bonnes pratiques d'hygiène du lait, pp 15-16
41. **Guiraa Z., (2023) :** Étude épidémiologique rétrospective de la brucellose humaine au niveau de la commune de Guerrara de l'année 2020 à 2022 (Mémoire de master, Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la terre, Département de biologie, Université de Ghardaïa).P21
42. **Halimatou A. H .,(2014) :** Evaluation de trois tests de dépistage de labrucellose bovine pour une aide decisionnelle de controle de la maladie dans le bassin laitier de niamey (Niger). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master. Epidémiologie des maladies transmissibles et Gestion des Risques Sanitaires (EGRS). Ecole Inter-Etats Des Sciences Et Medecine Veterinaires De Dakar (E.I.S.M.V). P 6
43. **Hamou A., (2015) :**Enquête épidémiologique sur la brucellose au niveau de la wilaya de Tlemcen et création d'une biothèque d'ADN pour étude cas-témoins. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master.Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen, P 67

44. **Harouna A.H., (2008) :** Contribution à l'étude épidémiologique de la Brucellose dans les élevages laitiers urbains et périurbains de Niamey (Niger):*Thèse :Méd.Vét : Dakar ;34.*
45. **Harouna H.A.,(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).*Thèse. Med. Vet Nants.2014, P 25*
46. **Holzapfel M.,(2018) :**De l'épidémiologie moléculaire aux analyses fonctionnelles de Brucella chez les ruminants une approche intégrée pour l'identification et l'étude de la diversité phénotypique d'un genre génétiquement homogène .Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de doctorat. Microbiologie .université paris-est .P31
47. **Hubálek Z., Scholz HC., Sedláček I. et al.,(2008):** Brucellosis of the common vole (*Microtus arvalis*). *Vector Borne Zoonotic Dis. Winter. 7(4) :* 679-687.
48. **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. These pour l'obtention d'un doctorat en pharmacie, faculté de pharmacie, Université de Grenoble
49. **Kabir A, (2015) :** Contrainte de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives) .Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie.Microbiologie alimentaire. Université d'Oran (Ahmed Ben Bella).P195
50. **Khairullah A. R., Kurniawan S. C., Puspitasari U., Aryaloka S., Silaen O. S. M., Marty S. Y., Widodo G., Moses K. B., Effendi M. H., Afrani D. A., Ramandinianto S. C., Hasib A., & Riwu K. H. P., (2024) :** Brucellosis: Unveiling the complexities of a pervasive zoonotic disease and its global impacts. *Open Veterinary Journal*, 14(5), 1081-1097. <https://doi.org/10.5455/ovj.2024.v14.15.1. pp 1084-1087>
51. **Khalafallah S. S., Zaki H. M., & Seada A. S., (2023) :** "Evaluation of the Effectiveness of Various Disinfectants, Including Traditional and Modified Nano Types, Against *Brucella melitensis*." *Taiwan Veterinary Journal*, 48(384), 85-91. © Chinese Society of Veterinary Science. DOI: 10.1142/S1682618523500075. Published by World Scientific: www.worldscientific.com .P 86
52. **Khelafi, L.(2021) :** "Étude de la brucellose chez les petits ruminants et son évolution en Algérie" . Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire.P42.
53. **Khelifi S., Attallah S.,(2021) :** Epidemiologie de la brucellose animale et humain dans La wilaya d'oum el bouaghi. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master. microbiologie appliquee. universite larbi ben m'hidi oum el-bouaghi.P 32
54. **Kherbache, H. (2020) :** "Etude rétrospective de la séroprévalence de la brucellose bovine dans la wilaya de Mostaganem". Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem,P38
55. **Khoshnood S., Pakzad R., Koupaei M., Shirani M., Araghi A., Irani GM., Moradi M., Pakzad I., Sadeghifard N and Heidary M (2022) :** Prevalence, diagnosis, and manifestations of brucellosis: A systematic review and meta-analysis. *Front. Vet Sci.* 9:976215. doi: 10.3389/fvets.2022.976215 p 2
56. **Khurana S. K., Sehrawat A., Tiwari R., Prasad M., Gulati B., Shabbir M. Z., Chhabra R., Karthik K., Patel S. K., Pathak M., Yatoo M. I., Gupta V. K., Dhama K., Sah R., & Chaicumpa W., (2021) :** Bovine brucellosis – A comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1),pp 63-67
57. **Kiros A., & Abdi R. D. (2016) :** A review on bovine brucellosis: Epidemiology, diagnosis and control options. *ARC Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 2(3), 8-21. <https://doi.org/10.20431/2455-2518.0203002> P 11

58. **Kouidri R., Zaza, F. (2018) :** Étude rétrospective de la brucellose humaine de la wilaya d'Aïn Defla (2003-2017) [Projet de fin d'études, Université Saad Dahlab - Blida 1, Institut des Sciences Vétérinaires].pp40-41.
59. **Kumar S., Tuteja U. et Batra HV., (2007) :** Generation and Characterization of Murine Monoclonal Antibodies to Recombinant 26-kDa Periplasmic Protein of *Brucella abortus*. *Hybridoma*. **26**(5), 322-327.
60. **Laribi, L. Lebcir, N. et Moussaoui ,C.(2023) :**Le Test Rose Bengale un moyen de diagnostic rapide chez les humains : application chez les animaux sensibles à la Brucellose .Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila.P37
61. **Lounes N., (2024) :** Évolution temporelle de la brucellose en Algérie : Rétrospective historique et actualités épidémiologiques. Communication présentée à la 5ème Journée Scientifique Internationale du Laboratoire HASAQ : Brucella et Brucelloses, un défi toujours d'actualité, École Nationale Supérieure Vétérinaire, Alger, Algérie
62. **Lavigne J-P., Mailles A., Sotto A.,(2017) :** Brucellose EMC – Maladies infectieuse: 1-10 [Article 8-038-A-10]
63. **Maurin M, 2005.** La brucellose à l'aube du 21e siècle. *Med. Mal. Infect.*, **35**, 6-16
64. **Memish Z.A. et Balkhy H.H., (2004):** Brucellosis and international travel. *J.Travel Med.* **11** :49-55.
65. **Moussa A.,(2020).** Brucellose humaine : actualités diagnostiques et thérapeutiques. These pour l'obtention d'un doctorat en médecine, faculté de medecine et de pharmacie, Université Mohammed V de Rabat.
66. **Nielsen K., (2002):** Diagnosis of brucellosis by serology. *Vet. Microbiol.*, 90p [en ligne] : Accès Internet : <http://manu.edu.mk/prilozi/4kn.pdf>. (Consulté le 20/02/2018).
67. **OIE., (2005):** Santé publique vétérinaire : Tendances futures. Rapport sur les réunions d'experts et groupes d'études [en ligne]: Accès Internet: <http://www.WHO.int/gb/ebwha/pdf> (consultée le 12 /04/ 2018)
68. **OIE., (2008): cité par Kabir A, (2015) :** Contrainte de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (constats et perspectives) .Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences en microbiologie. Microbiologie alimentaire. Université d'Oran (Ahmed ben Bella).P195
69. **OIE., (2009):** Bovine brucellosis. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 586 Paris, France, pp. 1–35. [en ligne] : Accès Internet : http://www.oie.int/fileadmin/home/eng/health_standards/tahm/2.04.03_bovine_brucell.pdf . (Consulté le 11/01/2018).
70. **OMS., (2004):** Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals.-13ème édition, Paris: OIE.-345p.
71. **Ouedraogo M., (2001) :** Epidémiologie de la brucellose bovine : Modèle Bayésien de prédilection de la prévalence sur la base de tests combinés. Mémoire : Sciences de santé animale tropicale : Anvers, Institut Médecine Tropicale Prince Léopold.
72. **Palanduz A., Palanduz S., Guler K. et Guler N., (2000):** Brucellosis in a mother and her young infant: probable transmission by breast milk. *Int. J. Infect. Dis.*, **4**:55-56.
73. **Pappas G., Papadimitriou P., Akritidis N. et al., (2006):** The new global Map of human brucellosis. *Lancet. Infect. Dis.*, **6**(2) :91-99.
74. **Percy A., Gautier D., Lecoindre O. et Crevat D., (1998) :** Diagnostic sérologique de la brucellose bovine. Evaluation Comparative d'une méthode ELISA et des Méthodes traditionnelles. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, **149**(2) : 161- 168.

75. Pilly E., 1993. Maladies infectieuses. Montmorency : APPIT.- 671p.
76. 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 [Communication]. Bull. Acad. Vét. France. DOI : 10.3406/bavf.2020.70912 pp1-3
77. Praud A.,(2012). Apport de l'épidémiologie dans le choix des outils d'aide à la prise de Décision sanitaire en santé animale : Evaluation des tests de dépistage en santé animale :Thèse Med. Vet : Paris Sud XI, 2012
78. Probert W.S., Schrader K.N., Khuong N.Y., et al., (2004): Real-time multiplex PCR assay for detection of Brucella spp., *B. abortus*, and *B. melitensis*. *J. Clin. Microbiol.*, 42:1290–1293.
79. Qureshi K. A., Parvez A., Fahmy N. A., Abdel Hady B. H., Kumar S., Ganguly A., Atiya A., Elhassan G. O., Alfadly S. O., Parkkila S., & Aspatwar, A., (2023) : Brucellosis: Epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment - A comprehensive review. *Annals of Medicine*, 55(2), 2295398. <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2295398> . pp 4-5
80. Rambe B., (1981) : Contribution à l'étude épidémiologique de la brucellose humaine au Niger. Thèse: Méd : Université Niamey.
81. Renu-Karadhya G.J., Isloor S., Growthier J.R. et al., (2001) Développement et validation sur le terrain d'une épreuve immuno enzymatique à l'avidine biotine pour le diagnostic de la brucellose bovine. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz*, 20(3):749-756.
82. Rivera A. D.Y., Rueda O.E., Calderon C. et al,(2003) :Evaluation comparative de la méthode immuno enzymatique indirecte sur le lait pour une détection des bovins infectés par *Brucella abortus*, dans des cheptels du département de Cundinamarca, Colombie. *Rev. sci. Tech. Off. Int. Epiz.* ,22 (3): 1065-1075.
83. Roesel K. and Grace D. (eds)., (2016) : Sécurité sanitaire des aliments et marchés informels: les produits d'origine animale en Afrique Subsaharienne. Nairobi, Kenya: ILRI.
84. Ruben B., Band J.D., Wong P. et Colville J., (1991): La transmission humaine de *Brucella melitensis*. *Scient. Inf. Dis* ; 21 : 283-289
85. Saegerman C., (2005) : Epidémiosurveillance des évènements rares chez les bovins en Belgique. Thèse Presses de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège 4000. Liège (Belgique) [en ligne] : Accès Internet : www.dmipfmv.ulg.ac.be/epidemiovet/These%20Saegerman (consulté le 20/01/2025).
86. Saegerman., C., (2007) : Brucellose Master of Science en Santé Animale Tropicale Module<<Contrôle des maladies infectieuses>> Liège : ULg. 13p.
87. Sanaa M., Cerf O., (2002) : Epidémiologie et santé animale ; la démarche d'analyse quantitative des risques de maladies infectieuses transmises par les aliments. (41) pp 157-168.
88. .Seco-Mediavilla et al., (2003) cité par Adamou Harouna H., (2014) : évaluation de trois tests de dépistages de la brucellose bovine pour une aide décisionnelle de contrôle de la maladie dans le bassin laitier de Niamey (Niger). Mémoire de master en sante publique vétérinaire ; spécialité : *Epidémiologie des maladies transmissibles et gestion des risques sanitaires (RGRS)*. École inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar (E.I.S.M.V.).P44
89. Sidhoum N.,(2019) : Enquête épidémiologique de la brucellose animale et humaine Cas de la Wilaya de Mostaganem.Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de doctorat. Microbiologie . Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem.P 66
90. Scholz HC., Nöckler K., Göllner C., Bahn P., et al., (2009) : *Brucella inopinata* sp. nov.,

isolated from a breast implant infection. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* [Epub ahead of print].

91. **Shey Njila O., (2005):** Séro-épidémiologique study of bovine brucellosis in the region of Dschang (West Cameroon). Mémoire Sciences de santé animale tropicale : Anvers, Institut Médecine Tropicale Prince Léopold.
92. **Sow I., (2011):** Evaluation du risque de brucellose lie à la consommation du lait frais dans la commune rurale de Cinzana. Mémoire de DEA pour l'obtention du diplôme d'études approfondies (D E A) en sciences biologiques appliquées .Option : microbiologie appliquée. Université de BAMAKO.P64
93. **Steinmann, P., Bonfoh, B., Traore, M., et al. (2006) :** Brucellosis seroprevalence and risk factors for seroconversion among febrile attendants of urban health care facilities in Mali. *Revue Africaine de Santé et de Productions Animales* vol. Vol.4, n° N03-4, p. 117-121.
94. **Whatmore A. M., Davison N., Cloeckaert A., Al Dahouk S., Zygmunt M. S., Brew S. D., Perrett L. L., Koylass M. S., Vergnaud G., Quance C., Scholz H. C., Dick E. J. Jr., Hubbard G., & Schlabritz-Loutsevitch N. E., (2014) :** *Brucella papionis* sp. nov., isolated from baboons (*Papio* spp.). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64(Pt 12), 4120–4128. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.065482-0> p 4121
95. **World Health Organization (WHO), (2012) :** Rapid risk assessment of acute public health events. World Health Organization: Geneva, Switzerland.pp 9-27
96. **WHO (World Health Organisation), (2015) :** Stratégies recommandées par l'OMS contre les maladies transmissibles – prévention et lutte. Organisation Mondiale De La Sante.Département des maladies transmissibles. Prévention, lutte et éradication. pp 49-50
97. **Yaou M., (2006) :** Identification des risques de pathogènes dans la chaîne de production du lait cru dans la Communauté Urbaine de Niamey. Mémoire : Technicien supérieur de laboratoire : Niamey, ENSP
98. **Yanagi M. et Yamasato K., (1993) :** Phylogenetic analysis of the family *Rhizobiaceae* and related bacteria by sequencing of 16S rRNA gene using PCR and DNA sequencer. *FEMS Microbiol. Lett.* **107**:115–120.
99. **Zinsstag J., Roth F., Scheling E. et Bonfoh B., (2003):** Economie de lutte contre la Brucellose et ses applications pour l'Afrique : *études et recherches sahéliennes (8-9) : 51*

