الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Democratic and Popular Republic of Algeria
Ministère de l'Enseignement Superieur et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
وزارة التعليم العالي و البحث العلمـي
École Nationale Supérieure Vétérinaire. Rabie Bouchama
Higher National Veterinary School. Rabie Bouchama
المدرســة الوطنيــة العليــا للبيطــرة

N° d'ordre : 042

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du **diplôme de Master** en
Sciences Vétérinaires

Cartographie de la Brucellose animale et humaine : Une approche rétrospective par le SIG

Présenté par :
M/Melle/Mme : LAFRI Oumhani
M/Melle/Mme : KHODJA Sarah

Soutenu publiquement, le 08/07/2024 devant le jury :

M KHELEF Djamel	Professeur (ENSV)	Présidente
Mme BAAZIZI Ratiba	MCA	Promotrice
Mme CHAHED Amina	Professeur (ENSV)	Examinatrice

Année universitaire 2023-2024

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Democratic and Popular Republic of Algeria
Ministère de l'Enseignement Superieur et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
وزارة التعليم العالي والبحث العلمـي
École Nationale Supérieure Vétérinaire. Rabie Bouchama
Higher National Veterinary School. Rabie Bouchama
المدرســة الوطنيــة العليــا للبيطــرة

N° d'ordre : 042

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du **diplôme de Master** en

Sciences Vétérinaires

Cartographie de la Brucellose animale et humaine : Une approche rétrospective par le SIG

Présenté par :

M/Melle/Mme : LAFRI Oumhani

M/Melle/Mme : KHODJA Sarah

Soutenu publiquement, le 08/07/2024 devant le jury :

Mme /M Pr KHELEF Djamel	Professeur (ENSV)	Président
Mme /M BAAZIZI Ratiba	MCA (ENSV)	Promotrice
Mme /M CHAHED Amina	Professeur (ENSV)	Examinatrice

Année universitaire 2023-2024

Déclaration sur l'honneur

Je soussignée LAFRI Oumhani, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

Déclaration sur l'honneur

Je soussignée KHODJA Sarah, déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteurs ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

Remerciements

Nous remercions avant tout notre Dieu ALLAH, le Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la patience et la volonté pour mener à bien ce travail.

Tout d'abord, nous souhaitons exprimer notre reconnaissance aux membres du jury, ***Pr CHAHED Amina*** *et* ***Pr KHELEF Djamel****, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.*

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers ***Dr BAAZIZI RATIBA*** *pour la proposition du sujet ; son soutien précieux et ses conseils éclairés tout au long de ce projet. Votre expertise et votre encouragement ont été déterminants dans l'aboutissement de cette recherche. Merci infiniment pour votre accompagnement attentif et inspirant.*

Nous tenons à exprimer également nos sincères remerciements au Dr. MEDDOUR et au Dr. DJAILEB de la DSV (Direction des Services Vétérinaires), ainsi qu'au Dr. BOUGHOUFALA de l'INSP (Institut National de Santé Publique), pour leur collaboration précieuse et leur soutien en nous fournissant les statistiques nécessaires à la réalisation de notre travail de recherche. Leur expertise et leur disponibilité ont été essentielles pour enrichir notre étude.

Nous remercions aussi tous les enseignants de l'École Nationale Supérieure Vétérinaire pour leur dévouement et leur engagement à nous transmettre leur savoir et leurs compétences.

Merci beaucoup

Dédicace

À ma chère mère

Ce mémoire est dédié à toi, qui as été ma source d'inspiration constante. Ton soutien indéfectible et ton amour inconditionnel ont été les piliers de mon parcours académique. Chaque réussite de ce travail est le reflet de ton encouragement.

À ma chère sœur et à mon cher frère,

À vous qui avez toujours été mes guides et mes confidents, cette réussite est aussi la vôtre. Votre soutien indéfectible et vos encouragements constants ont été mes sources d'inspiration.

À mes chers amis,

Chems, Reda, Raid, smail, Amir, Sarah, qui avez enrichi mon parcours académique de vos rires, de votre soutien et de votre amitié indéfectible, merci pour avoir partagé avec moi ce parcours.

En fin, je remercie toutes personnes de bonnes volontés qui qui m'ont aidé de près ou de loin pour aboutir à mon objectif.

LAFRI Oumhani

Dédicaces

À mes parents, pour leur amour et leurs sacrifices.

À mon frère et ma sœur, pour leur soutien constant.

À mes amis et ma binôme, pour leur aide précieuse.

À tous ceux qui œuvrent dans l'ombre, et ont contribué à ce projet.

À chaque personne qui a offert un mot d'encouragement.

Avec toute ma gratitude.

KHODJA Sarah

Résumé

La brucellose constitue un problème majeur dans les pays arabes et méditerranéens. En Algérie, plusieurs milliers de cas humains sont signalés chaque année. Cette étude, réalisée sur l'ensemble du territoire algérien de 2022 à 2023, vise à estimer la prévalence apparente de la brucellose chez les bovins et les caprins, ainsi qu'à décrire l'incidence de la brucellose humaine.

Problématique : L'augmentation des cas de brucellose chez l'homme et l'animal en Algérie est préoccupante et nécessite une analyse approfondie pour comprendre les facteurs de propagation et la distribution géographique de la maladie.

Objectif : Réaliser une cartographie en utilisant le système QGIS pour visualiser et analyser la distribution spatiale des foyers de brucellose animale et humaine, afin de déterminer s'il existe une corrélation entre ces deux types de foyers.

Le nombre de nouveaux cas humains en Algérie suit une tendance similaire à celle observée chez les animaux, mettant en évidence l'impact du réservoir animal sur la santé publique. La transmission de l'infection à Brucella à l'homme dépend principalement du réservoir animal et de divers facteurs tels que les habitudes alimentaires, les méthodes de transformation du lait, les coutumes sociales, les conditions climatiques, le statut socio-économique, les pratiques d'élevage et l'hygiène environnementale.

La brucellose bovine est particulièrement fréquente dans les régions de l'est et du centre du pays, tandis que la brucellose caprine prédomine dans les régions du sud. La prévalence de la brucellose humaine est élevée dans les régions du centre-sud, où le nombre de cas est passé de 8112 à 9921 entre 2022 et 2023. La collaboration entre la Direction des Services Vétérinaires et l'Institut National de Santé Publique est cruciale pour contrôler la brucellose animale et réduire ainsi sa transmission à l'homme. La formation des éleveurs aux pratiques sanitaires et hygiéniques post-avortement contribue à limiter la propagation de la maladie. La vaccination, récemment introduite, pourrait réduire l'incidence de la brucellose, à condition qu'elle soit accompagnée de mesures appropriées.

Mots clés : Brucellose animale et humaine; Algérie ; épidémiologie ; logiciel QGIS ; cartographie.

Abstract

Brucellosis is a major problem in Arab and Mediterranean countries. In Algeria, several thousand human cases are reported each year. This study, conducted across the Algerian territory from 2022 to 2023, aims to estimate the apparent prevalence of brucellosis in cattle and goats, as well as to describe the incidence of human brucellosis.

Problem statement: The increase in brucellosis cases in both humans and animals in Algeria is concerning and requires in-depth analysis to understand the factors of spread and the geographical distribution of the disease.

Objective: To create a mapping using the QGIS system to visualize and analyze the spatial distribution of animal and human brucellosis outbreaks, in order to determine if there is a correlation between these two types of outbreaks.

The number of new human cases in Algeria follows a trend similar to that observed in animals, highlighting the impact of the animal reservoir on public health. The transmission of Brucella infection to humans depends mainly on the animal reservoir and various factors such as dietary habits, milk processing methods, social customs, climatic conditions, socio-economic status, breeding practices, and environmental hygiene.

Bovine brucellosis is particularly common in the eastern and central regions of the country, while caprine brucellosis predominates in the southern regions. The prevalence of human brucellosis is high in the south-central regions, where the number of cases increased from 8,112 to 9,921 between 2022 and 2023. Collaboration between the Veterinary Services Directorate and the National Institute of Public Health is crucial to control animal brucellosis and thus reduce its transmission to humans. Training farmers in post-abortion sanitary and hygienic practices helps limit the spread of the disease. Vaccination, recently introduced, could reduce the incidence of brucellosis, provided it is accompanied by appropriate measures.

Keywords: Animal and human brucellosis; Algeria; epidemiology; QGIS software; mapping

الملخص

يشكل داء البروسيلات (الحمى المالطية) مشكلة كبيرة في البلدان العربية والمتوسطية. في الجزائر، يتم الإبلاغ عن عدة آلاف من الحالات البشرية كل عام. تهدف هذه الدراسة، التي أجريت على كامل التراب الجزائري من 2022 إلى 2023، إلى تقدير الانتشار الظاهري لداء البروسيلات في الأبقار والماعز، وكذلك وصف حدوث داء البروسيلات البشري.

بيان المشكلة: إن الزيادة في حالات داء البروسيلات لدى البشر والحيوانات في الجزائر مثيرة للقلق وتتطلب تحليلاً معمقاً لفهم عوامل انتشار المرض وتوزيعه الجغرافي.

الهدف: إنشاء خريطة باستخدام نظام QGIS لتصور وتحليل التوزيع المكاني لتفشي داء البروسيلات الحيواني والبشري، من أجل تحديد ما إذا كان هناك ارتباط بين هذين النوعين من التفشي.

يتبع عدد الحالات البشرية الجديدة في الجزائر اتجاهاً مماثلاً لما لوحظ في الحيوانات، مما يسلط الضوء على تأثير المستودع الحيواني على الصحة العامة. يعتمد انتقال عدوى البروسيلا إلى البشر بشكل رئيسي على المستودع الحيواني وعوامل مختلفة مثل العادات الغذائية، وطرق معالجة الحليب، والعادات الاجتماعية، والظروف المناخية، والوضع الاجتماعي والاقتصادي، وممارسات التربية، والنظافة البيئية.

ينتشر داء البروسيلات البقري بشكل خاص في المناطق الشرقية والوسطى من البلاد، بينما يسود داء البروسيلات الماعزي في المناطق الجنوبية. انتشار داء البروسيلات البشري مرتفع في المناطق الجنوبية الوسطى، حيث ارتفع عدد الحالات من 8,112 إلى 9,921 بين عامي 2022 و2023. التعاون بين مديرية الخدمات البيطرية والمعهد الوطني للصحة العامة أمر حاسم للسيطرة على داء البروسيلات الحيواني وبالتالي الحد من انتقاله إلى البشر. يساعد تدريب المزارعين على الممارسات الصحية والنظافة بعد الإجهاض في الحد من انتشار المرض. قد يؤدي التطعيم، الذي تم إدخاله مؤخراً، إلى تقليل حدوث داء البروسيلات، بشرط أن يكون مصحوباً بتدابير مناسبة.

الكلمات المفتاحية: داء البروسيلات الحيواني والبشري؛ الجزائر؛ علم الأوبئة؛ برنامج QGIS؛ رسم الخرائط

Liste des abréviations

- **Ac :** anticorps.
- **ADN :** Acide désoxyribonucléique.
- **Ag :** antigène.
- **B :** *Brucella*.
- **B19 :** Buck 19 (souche vaccinale).
- **C° :** CELSIUS.
- **CO_2 :** Dioxyde de carbone.
- **DSV :** La Direction des Services Vétérinaires.
- **EAT** : épreuve a l'antigène tamponné.
- **ECA :** Epreuve Cutanée Allergique.
- **ELISA :** Enzyme-Linked Immunosorbent Assay.
- **HR :** hypersensibilité retardée.
- **IDR :** Intra-dermo réaction.
- **IFI :** Immunofluorescence indirecte.
- **IFNɣ :** Interféron gamma.
- **IgM :** Immunoglobuline M.
- **IgA :** Immunoglobuline A.
- **IgE :** Immunoglobuline E.
- **IgG :** Immunoglobuline G.
- **IL :** Interleukine.
- **INSP :** Institut national du service public.
- **IV :** Voie intraveineuse.
- **LPS :** Lipopolysaccharides.
- **LPS-R :** Lipopolysaccharides rugueux.
- **LPS-S:** Lipopolysaccharides lisse.
- **MRT:** Milk Ring Test.
- **NK :** Natural Killer.
- **OIE :** Office International des Épizooties ou l'organisation internationale de la santé animale.
- **OMS :** organisation mondiale de la santé.
- **PCR :** Réaction de polymérisation en chaîne.
- **Rev-1** : Souche Reverse.
- **FC :** La réaction de fixation du complément.
- **SAW:** sérodiagnostice de Wright.
- **S:** Souche.
- **WHO:** World Health Organization

Table des matières

Introduction 1
Partie bibliographique 4
1) Définition 5
2) Origine de la brucellose en Algérie 5
3) L'impact de Brucellose 5
4) Ethiopathogénie 6
5) Survie à l'extérieur de l'hôte 6
6) Matières virulentes 7
7) Pouvoir pathogène 7
8) Physiopathologie 8
9) Épidémiologie de la brucellose 8
9.1 Épidémiologie analytique 8
9.1.1 Mode de contamination 8
9.2 Répartition géographique 9
9.3 La distribution par âge et par sexe de la brucellose 9
9.4 Épidémiologie dans L'Afrique de Nord 9
9.4.1 Épidémiologie de brucellose en Algérie 9
9.4.2 Épidémiologie de brucellose au Maroc 10
9.4.3 Épidémiologie de brucellose en Tunisie 10
9.5 Épidémiologie synthétique 10
10) Forme clinique 11
10.1 Chez l'animal 11
10.2 Chez l'Homme 11
10.2.1 Complication 12
11) Diagnostic 13
11.1 Chez l'animal 13
11.1.1 Diagnostic clinique 13
11.1.2 Diagnostic direct 13
11.1.3 Diagnostic indirect 13
11.2 Chez l'Homme 14
12) Traitement 15
12.1 Chez l'animal 15
12.2 Chez l'Homme 15
13) Prophylaxie 16

13.1 Prophylaxie médical 16
13.2 Prophylaxie sanitaire 16
13.2.1 Chez l'animal 16
13.2.2 Chez l'Homme 17
Partie expérimentale 18
1 Problématique 19
2 Objectif de l'étude 19
3 Matériels et méthodes 19
3.1 Matériels et récolte des informations 19
3.2 Description de population d'étude 22
3.2.1 Pour les Humains 22
3.2.2 Pour les animaux 22
3.3 Méthode 22
4 Résultats 22
4.1 Evolution de la Brucellose animale 22
4.1.1 Distribution de la brucellose bovine par année 22
4.1.2 Distribution de brucellose bovine par région 23
4.1.3 Distribution de brucellose caprine par année 25
4.1.1 Distribution de brucellose caprine par région 26
4.2 Comparaison de l'évolution de la brucellose bovine et caprine 28
4.1 Prophylaxie sanitaire 29
4.1.1 Chez les bovins 29
4.2 Chez caprins 30
4.3 Evolution de la brucellose humaine 31
4.3.1 Distribution de brucellose humaine par année 31
4.3.2 Distribution de brucellose humaine par sexe 31
4.3.3 Distribution de brucellose Humaine par Age 32
4.3.4 Distribution de brucellose Humaine par région 33
4.4 L'évolution de brucellose animale et humaine 35
5 Discussion 39
Conclusion 41
LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE 43
Liste des Annexes 48
Annexe 1 48
Annexe 2 48
Annexe 3 49
Annexe 4 49

Liste des tableaux

Tableau 1: Temps de survie de Brucella dans différents milieux **5**

Tableau 2 : Evolution de brucellose humaine selon le sexe en Algérie en 2022 .....**29**

Liste des figures

Figure 1 : Spondylodiscite D10-D11 due à brucella melitensis **11**

Figure 2 : Neurobrucellose diagnostic démarche **14**

Figure 3 : Evolution de la brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023 ..... **20**

Figure 4 : Répartition des cas et foyers de brucellose bovine en Algérie en 2022 ..... **21**

Figure 5 : Répartition des cas et des foyers de brucellose bovine déclarés en 2023 ..... **21**

Figure 6 : Evolution de la brucellose caprine en Algérie en 2022 et 2023 ..... **23**

Figure 7 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine en Algérie en 2022 ..... **24**

Figure 8 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine en Algérie en 2023 ..... **24**

Figure 9 : Evolution temporelle de la brucellose animale en Algérie **26**

Figure 10 : Prophylaxie sanitaire de la brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023 ..... **26**

Figure 11 : Prophylaxie sanitaire de la brucellose caprine en Algérie en 2022 et 2023 ..... **27**

Figure 12 : Evolution de la brucellose humaine en Algérie en 2022 et 2023 ..... **28**

Figure 13 : Distribution de brucellose humaine selon le sexe en Algérie en 2022 ..... **28**

Figure 14 : Distribution de brucellose Humaine par Age en Algérie en 2022 ..... **29**

Figure 15 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2022 ..... **30**

Figure 16 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2023 ..... **31**

Figure 17 : L'évolution de brucellose animale et humaine en Algérie en 2022 ..... **32**

Figure 18 : Carte des cas humains et des foyers de bovins de Brucellose par wilaya en Algérie en 2022 et 2023 ..... **33**

Figure 19 : Carte de répartition des cas humaine et des foyers de caprins de Brucellose par wilaya en Algérie en 2022 et 2023 ..... **34**

Figure 20 : évolution temporale de la brucellose humaine et animal **34**

Introduction

La brucellose, zoonose majeure due aux bactéries du genre *Brucella*, affecte de nombreuses espèces animales et l'homme, avec un impact économique et sanitaire significatif, notamment en Algérie. Malgré les programmes de lutte, elle reste une préoccupation majeure, causant des problèmes de santé publique et des pertes économiques considérables dans le secteur de l'élevage.

La contamination humaine se fait principalement par ingestion de produits laitiers non pasteurisés et par contact avec les animaux infectés. En Algérie, les données sur la prévalence sont fragmentaires, avec des variations régionales importantes. La maladie tend à s'étendre, avec des flambées épidémiques dans plusieurs régions du pays.

Problématique : L'augmentation préoccupante des cas de brucellose en Algérie, tant chez les animaux que chez l'homme, soulève des questions sur sa distribution géographique et les facteurs favorisant sa persistance.

Notre étude se compose d'une partie bibliographique et d'une partie expérimentale. L'objectif principal est de déterminer la distribution géographique actuelle des foyers de brucellose animale et humaine en Algérie, d'analyser leur corrélation spatiale, et d'identifier les facteurs contribuant à la persistance et à la propagation de la maladie.

En utilisant le système d'information géographique QGIS, nous cartographierons et analyserons la distribution spatiale des cas sur la période 2022-2023, couvrant l'ensemble du territoire national. Cette approche vise à mieux comprendre la dynamique de transmission de la maladie et à identifier les zones à risque, permettant ainsi d'optimiser les stratégies de surveillance et de lutte contre la brucellose en Algérie.

Partie bibliographique

1) Définition

La brucellose est la zoonose infectieuse la plus répandues dans le monde. Elle menace la santé humaine et animale. La fièvre de Malte, la fièvre méditerranéenne la fièvre de Gibraltar sont des synonymes de la brucellose. L'agent causal de la brucellose est un groupe de bactéries appartenant au genre *Brucella.* Les études récentes ont montré qu'il existe douze espèces de *Brucella* reconnues, dont neuf affectent des animaux terrestres. Bien que la brucellose humaine puisse être due à l'infection par plusieurs espèces de la *Brucella,* l'espèce *B. melitensis* est la plus incriminée chez l'être humain **(BACHIR et *al*.,2021).**

2) Origine de la brucellose en Algérie

La présence historique de la brucellose en Algérie remonte au 19ème siècle. En 1895, Cochez a effectué les premières descriptions de la maladie à Alger, tandis qu'en 1899, Legrain l'a identifiée dans la vallée de la Soummam. En 1907, Sergent et ses collaborateurs ont initié des recherches sur des élevages caprins à Alger et Oran, mettant en évidence une infection non seulement chez les caprins mais aussi chez d'autres animaux domestiques. Les élevages de chèvres maltaises présentaient un taux élevé d'infection. De 1911 à 1956, plusieurs études ont confirmé la présence de la brucellose à l'Ouest (Oran), au Centre (Alger), à l'Est (Constantine) et même au Sud (Hoggar). Dès sa découverte en Algérie, diverses théories ont été avancées quant à son introduction, attribuant son origine à l'importation de chèvres espagnoles et maltaises vers le nord, ainsi qu'à l'interaction avec les caravanes marocaines à l'ouest. En 1940, Mignot a suggéré que la présence de la maladie dans le Hoggar était probablement due aux caravanes maliennes. Ce n'est qu'après l'indépendance que la première étude sur la brucellose bovine a été menée par le Dr Benelmouffok en 1969 **(OUCHEKOUK et *al*., 2016).**

3) L'impact de Brucellose

En santé publique, les pertes économiques sont associées au coût des diagnostics cliniques et de laboratoire, aux frais thérapeutiques et aux compensations versées aux patients ; en effet, cette affection est reconnue comme maladie professionnelle dans de nombreuses régions du monde. Chez les bovins, l'avortement, la stérilité, la chute de production laitière, les retards dans les programmes d'amélioration génétique et la naissance de veaux faibles sont les causes les plus courantes de pertes économiques. Les restrictions en termes d'échanges commerciaux internationaux des animaux et de produits alimentaires dérivés de ceux-ci ont également un impact économique majeur **(RON et JORGE, 2016).**

4) Ethiopathogénie

Brucella est l'agent responsable de la brucellose, c'est un coccobacille à Gram négatif intracellulaire. Le genre *Brucella* comprend dix espèces classées selon leur pouvoir pathogène et les hôtes préférentiels (réservoir) dont 7 espèces pouvant être isolées de mammifères terrestres : *B. abortus*, *B. melitensis*, *B. suis*, *B. canis*, *B. ovis*, *B. neotomae* et *B. microti*. Les trois premières se subdivisent également en biovars. Deux espèces (*B. ceti* et *B. pinnipedialis*) sont également identifiées chez des mammifères marins. Enfin, *B. inopinata* a été récemment décrite chez l'homme **(ANSES, 2014).**

Parmi les espèces en cause, trois sont considérées comme agents importants de la brucellose humaine ; il s'agit de *B. abortus* (le réservoir primaire est représenté par les bovins), *B. suis* (suidés) et *B. melitensis* qui, lorsqu'elle est endémique chez les ovins et caprins, peut facilement se transmettre aux bovins conduisant à l'infection humaine **(AGGAD, 2004).**

Les brucelles ne possèdent pas de gènes de virulence classiques codant pour des capsules, des plasmides, des pili ou des exotoxines cependant elles peuvent survivre plusieurs mois dans le milieu extérieur, en particulier dans les fumiers humides ou desséchés **(SELEEM et *al*.,2010).**

5) Survie à l'extérieur de l'hôte

La survie de *Brucella* est influencée par plusieurs facteurs selon **(OUCHEKOUK et al., 2016).**

Tableau 2: Temps de survie de *Brucella* dans différents milieu. (OUCHEKOUK et al., 2016).

Milieu	Température / conditions	Temps de survie
Rayonnement solaire direct	< 31 °C	4h 30
Sol	Sec Humide Froid	4 jours 2 mois 5-6 mois
Eau	-4°C 37°C	4 mois < 1 jour
Fœtus	A l'ombre	6 mois
Urine	37.5°C 8°C	16 heures 6 jours
Fumier **Purin**	Eté 25°C Hiver (-3 à 8°C) Eté — hiver	1 jour 1 mois 2 mois - 1 an 3- 6 mois
Laine	En entrepôt	4 mois
Foin		Quelques jours à quelques mois
Poussières de rue Barrière d'enclos ou sol en bois		3 à 44 jours 4 mois
Pâture	Ensoleillée Ombragée	15 jours 35 jours
Lait	72°C 35-37° C 0°C	5-15 secondes 1 jour 18 mois
Fromages	Selon le type	6 jours à 6 mois

6) Matières virulentes

Les matières les plus contaminées comprennent le contenu de l'utérus gravide, qui est expulsé lors d'avortements ou de mises bas. La libération bactérienne commence dès la liquéfaction du bouchon muqueux qui obstrue le col utérin. Cette libération bactérienne tend à diminuer environ deux à trois semaines après l'expulsion du fœtus. Les sécrétions vaginales et l'urine peuvent également être sources de contamination. De plus, il existe une libération bactérienne discrète et temporaire quelques jours après la mise bas, observée dans le lait et le colostrum, mais elle est plus significative après un avortement **(Clotilde, 2006).**

Les Brucelles peuvent être excrétées dans le sperme. Les bactéries peuvent également être parfois présentes dans les produits de suppuration tels que les hygromas, ainsi que dans les fèces des jeunes nourris avec du lait infecté **(GANIERE ,2014).**

7) Pouvoir pathogène

Le pouvoir pathogène de *Brucella* est universel à toutes ses espèces et dépend de facteurs tels que l'âge, l'état physiologique, la voie d'entrée et les conditions environnementales. Il se caractérise par sa toxicité due au lipopolysaccharide (LPS) et sa capacité à proliférer au sein des cellules du système réticulo-endothélial, ainsi que dans les tissus génitaux, mammaires et articulaires (**HALIMATOU, 2014).**

Le pouvoir pathogène de *Brucella* est également caractérisé par sa capacité à manipuler le phagosome, le compartiment intracellulaire où elles sont phagocytées, en évitant la fusion avec les lysosomes et en inhibant ainsi leur destruction. Ce mécanisme permet aux bactéries de survivre dans un environnement hostile et de se répliquer à l'intérieur des macrophages **(VON et GORVEL, 2016).**

De plus, *Brucella* possède des stratégies sophistiquées pour échapper à la réponse immunitaire de l'hôte. Elles sont capables de moduler la production de cytokines pro-inflammatoires et de supprimer l'activation des cellules T, permettant ainsi une infection chronique persistante. Ces capacités immunomodulatrices sont cruciales pour la survie à long terme de *Brucella* dans l'organisme infecté **(MORAES et *al*., 2006 ; SKENDROS et *al*., 2016).**

Brucella interagit également avec les voies de signalisation cellulaires de l'hôte pour favoriser sa survie et sa réplication intracellulaire. Elle modifie la composition lipidique de la membrane phagosomale, créant ainsi un environnement favorable à la croissance bactérienne et à l'évasion des mécanismes de défense de l'hôte **(CELLI et GORVEL, 2004).**

8) Physiopathologie

Après la contamination, les germes gagnent les relais lymphatiques ganglionnaires où ils se multiplient. Cette phase d'incubation silencieuse dure 1 à 4 semaines. Elle est suivie d'une phase d'invasion qui correspond à un état septicémique (septicémie d'origine lymphatique) au cours duquel les germes atteignent les tissus riches en cellules réticulo-histiocytaires. A ce stade, les bactéries intracellulaires se multiplient en déterminant des lésions granulomateuses lympho-histiomonocytaires, responsables de lésions tissulaires focalisées notamment ostéo-articulaires, neuroméningées, hépatiques ou glandulaires qui caractérisent la phase secondaire de l'infection. Dans certains cas, peut se développer une forme chronique ou troisième phase de l'infection qui correspond à un état d'hypersensibilité aux antigènes brucelliens à l'origine de manifestations fonctionnelles parfois intenses qui peuvent être associées à une symptomatologie focale **(PILLY, 2022).**

9) Épidémiologie de la brucellose

9.1 Épidémiologie analytique

9.1.1 Mode de contamination

La brucellose se propage généralement au moment de l'avortement ou de la mise bas. On trouve des concentrations élevées de bactéries dans les eaux fœtales provenant d'un animal infecté. Les bactéries peuvent survivre pendant plusieurs mois hors de l'organisme de l'animal, dans le milieu extérieur, en particulier dans des conditions froides et humides. Elles restent une source d'infection pour les autres animaux qui s'infectent en les ingérant **(WHO, 2022).**

L'Homme peut être contaminé de plusieurs manières :

- Par contact direct (pénétration du germe par voie cutanée ou muqueuse favorisée par des blessures ou des excoriations) avec des animaux infectés, des carcasses d'animaux, les produits des avortements, les sécrétions vaginales animales **(MORVAN, 2021*).***
- Par ingestion d'aliments contaminés (lait et produits laitiers non pasteurisés issus d'animaux contaminés, plus rarement crudités contaminées par du fumier ou exceptionnellement viande et abats insuffisamment cuits) **(MORVAN, 2021*).***
- Par inhalation (de poussière de litière, d'aérosol contaminé dans les laboratoires ou les abattoirs) **(MORVAN, 2021*).***

9.2 Répartition géographique

La brucellose est reconnue comme une zoonose de répartition mondiale, principalement dans le bassin méditerranéen, le Moyen-Orient, l'Amérique centrale et du sud et l'Asie, avec 500 000 nouveaux cas chaque année. L'incidence de la maladie varie selon les pays et les régions, allant de 0,125 à 200 cas pour 100 000 habitants. Cette incidence est sous-estimée parce que la maladie est sous déclarée. Elle reste un problème de santé publique essentiellement dans les pays en développement **(TADEGNON et al., 2021).**

Seuls quelques pays du nord, du centre et de l'est de l'Europe (France, Grande-Bretagne, pays scandinaves, Pays-Bas, Belgique, Autriche, Suisse), le Canada, le Japon, l'Australie et la Nouvelle-Zélande en sont indemnes **(ANSES, 2023).**

9.3 La distribution par âge et par sexe de la brucellose

Dans les pays industrialisés et dans ceux où l'hygiène alimentaire prévient la brucellose d'origine alimentaire, la maladie est très largement professionnelle et la majorité des cas concernent des hommes âgés de 20 à 45 ans. Dans ces situations, la maladie est généralement causée par *B. abortus* ou ***B. suis***. Dans les pays ou les régions où *B. melitensis* est répandu, les pratiques suivies dans la commercialisation et la distribution des produits laitiers de brebis et de chèvre rendent l'application des mesures d'hygiène très difficile. Dans cette situation, toute la population est à risque et de nombreux cas se produisent chez les femmes et les enfants. Dans les sociétés nomades, les adultes ont souvent été exposés à l'infection dès leur plus jeune âge et ne manifestent pas de maladie aiguë, bien que beaucoup puissent avoir des séquelles d'une infection chronique. Dans ces conditions, les enfants représentent une proportion élevée des cas aigus et la brucellose est en grande partie un problème pédiatrique **(CORBEL, 2006).**

9.4 Épidémiologie dans L'Afrique de Nord

9.4.1 Épidémiologie de brucellose en Algérie

Depuis 1995, la brucellose est devenue une maladie à déclaration obligatoire en Algérie. Les statistiques de l'Institut national de la sante publique ont montré que plus de 124 000 cas confirmés ont été déclarés entre 1998 et 2018 **(BACHIR, et *al* 2021).**

En Algérie, les données sur les animaux se limitent à l'effectif approximatif des différentes espèces, absence de toute identification rationnelle des animaux constituant les divers troupeaux **(Didi et RAHAMA, 2021).**

9.4.2 Épidémiologie de brucellose au Maroc

Le premier cas humain a été reporté en 1916 **(NGUYEN et FASSI, 1975).** Depuis 1995, la brucellose est devenue une maladie à déclaration obligatoire en Algerie. Les statistiques de l'Institut national de la sante publique ont montré que plus de 124 000 cas confirmés ont été déclarés entre 1998et 2018. La majorité des cas résidaient en zone urbaine, et la maladie aurait un caractère saisonnier avec survenue des cas entre mars et juillet. La population active serait plus touchée par la maladie, l´âge moyen étant de 41,7 ± 17,8 ans. Les deux sexes étaient touchés par la maladie à des proportions similaires. Aucun décès n´a été signalé durant la période étudiée et la quasi-totalité des patients avaient déclaré avoir consommé du lait non pasteurisé **(NAWANA, 2021).**

Chez les ovins et les caprins, la région centrale a enregistré le taux d'infection le plus élevé, suivie par la région du nord-est. Les pourcentages d'infection dans les troupeaux étaient de 15 % entre 1980 et 1983, 7,4 % entre 1984 et 1987, et 21,34 % entre 1988 et 1991. En 1996-1997, une prévalence de 12 % au niveau des troupeaux et de 2,4 % au niveau individuel a été rapportée dans les provinces de l'Est, le long des frontières algériennes. Globalement, les données concernant la brucellose, en particulier humaine, au Maghreb sont insuffisantes ou indisponibles **(DIDI et RAHAMA, 2021).**

9.4.3 Épidémiologie de brucellose en Tunisie

En Tunisie, la brucellose demeure endémique dans certaines régions. Avant 1989, l'endémicité était faible avec une moyenne annuelle de déclaration de 5 cas. L'insuffisance des mesures préventives et l'introduction d'animaux infectés à partir des pays limitrophes étaient à l'origine de l'épidémie de 1991-1992 totalisant plus de 500 cas dans les régions du Sud-Ouest. Depuis, l'endémicité de la maladie persiste dans ces régions avec une incidence actuelle de l'ordre de 2 à 3,5 pour 100000 habitants. Au cours des trois dernières années, le nombre des cas déclarés varie entre 128 en 2003, 354 en 2004 et 284 en 2005, 80% des cas sont déclarés dans les gouvernorats de Gafsa, Kasserine, Tozeur et Kébili. Une nouvelle recrudescence de la maladie est survenue au cours de l'année 2006 avec la notification de 460 cas et surtout la survenue d'une épidémie dans la région du grand Tunis (87 cas) **(CHAKROUN et BOUZOUAIA, 2007).**

9.5 Épidémiologie synthétique

Les principales sources de contamination d'un cheptel sont l'introduction d'un animal porteur de l'infection sans signes apparents et la transmission par contact avec des animaux infectés des exploitations voisines. Une fois introduite dans une exploitation, la maladie se propage rapidement, affectant principalement les femelles sexuellement matures. Elle peut se répandre dans d'autres troupeaux à travers le pays, soit de manière épizootique, provoquant des avortements en série, soit de manière progressive, sous une forme enzootique. La conservation de jeunes femelles nées de mères

infectées contribue également à la résurgence de la maladie dans les troupeaux précédemment assainis. Cette maladie est plus fréquente en milieu rural qu'en milieu urbain **(HAROUNA, 2008).**

10) Forme clinique

10.1 Chez l'animal

Chez les espèces d'élevage telles que les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et les chameaux, l'avortement est le signe clinique le plus fréquent après une infection par *Brucella* **(Acha et al., 2003).** La principale souche infectant les bovins est *B. abortus*, bien que les bovins puissent également être infectés de manière transitoire par *B. suis* et plus fréquemment par *B. melitensis* lorsqu'ils partagent les pâturages ou les installations avec des porcs, des chèvres et des moutons infectés. *B. melitensis* et *B. suis* peuvent être transmis par le lait de vache et représentent une menace sérieuse pour la santé publique **(MOHAMED et *al*., 2010).**

Chez les bovins en gestation, le principal symptôme est l'avortement, qui peut entraîner des naissances prématurées ou à terme de veaux morts ou faibles, généralement au cours de la seconde moitié de la gestation, accompagnées de rétention placentaire et de métrite. Les vaches infectées peuvent connaître une réduction de 25 % de leur production laitière **(ACHA et *al*., 2003).** Les brucelles se localisent dans les ganglions lymphatiques supra-mammaires et les glandes mammaires de 80 % des animaux infectés, entraînant la sécrétion continue du pathogène dans le lait tout au long de leur vie. La plupart des vaches infectées n'avortent qu'une seule fois, bien que le placenta reste fortement infecté lors des vêlages ultérieurs apparemment normaux **(MOHAMED et *al*., 2010).**

Chez les chèvres, l'agent étiologique principal de la brucellose est *B. melitensis*. Dans certains pays comme le Brésil, où *B. melitensis* est absent, les chèvres peuvent être infectées par *B. abortus.* Comme chez les bovins, la brucellose chez les chèvres se caractérise par des avortements tardifs, des mort-nés, une fertilité réduite et une faible production laitière **(MOHAMED et *al*., 2010).**

La brucellose ovine peut être divisée en brucellose classique et épididymite du bélier. L'épididymite du bélier, causée par l'agent non zoonotique *B. ovis*, contraste avec la brucellose classique, causée par *B. melitensis,* qui constitue une menace majeure pour la santé publique, similaire à la brucellose caprine **(ACHA et *al*., 2003).**

10.2 Chez l'Homme

La période d'incubation de la brucellose varie de 5 jours à plusieurs mois, avec une moyenne de 2 semaines. Le début peut être brutal et aigue, avec frissons et fièvre, céphalées intenses, des douleurs

articulaires et lombaires, une sensation de malaise général et parfois une diarrhée. À mesure que la maladie évolue, la température augmente à 40 ou 41° C et baisse progressivement jusqu'à une valeur normale ou presque normale avec des sudations matinales profuses. Habituellement, la fièvre intermittente persiste pendant 1 à 5 semaines, suivie par une rémission de 2 à 14 jours avec des symptômes très diminués ou absents **(BUSH et VAZQUEZ, 2022).**

Certains symptômes peuvent persister longtemps avec des épisodes récurrents de fièvre, fatigue, dépression, arthrite, orchite, endocardite, accompagnés d'hépatosplénomégalie. L'atteinte neurologique peut être la seule manifestation initiale. L'atteinte neurologique comme il est démontré dans la **(Figure 1).** Elle est peut-être la complication la plus sérieuse et ne survient que chez une minorité des personnes atteintes de brucellose. Le taux d'atteinte varie de 4 à 7 %, le chiffre de 5 % des Centers for Diseases Control and Prevention (CDC) semble approprié **(RAAD SHAKIR, 2021).**

Figure 1 : Spondylodiscite D10-D11 due à *Brucella melitensis* (REVUE MEDICAL SUISSE).

10.2.1 Complication

Les complications ostéoarticulaires sont fréquentes chez les patients atteints de brucellose, survenant chez environ 70% d'entre eux, principalement sous forme d'arthrite et rarement d'ostéomyélite (moins de 1%). La spondylarthrite représente une complication grave de la brucellose, plus fréquente chez

les patients âgés ou ayant une maladie prolongée avant traitement. En général, l'arthrite due à *Brucella* est diagnostiquée en différenciation avec la polyarthrite rhumatoïde, le rhumatisme articulaire aigu, la tuberculose et le lupus érythémateux disséminé. L'atteinte génito-urinaire constitue la deuxième forme la plus courante de brucellose focale, observée chez jusqu'à 10% des cas. Chez les hommes, l'orchite et/ou l'épididymite sont les manifestations les plus fréquentes **(ARAJ, 2016 ; BOSILKOVSKI et EDWARDS, 2019 ; INAN et al., 2019).**

11) Diagnostic

11.1 Chez l'animal

11.1.1 Diagnostic clinique

Le signe prédominant suggérant la brucellose est l'avortement, qu'il soit isolé ou consécutif à tout stade de gestation chez les femelles, ainsi que l'orchite et/ou l'épididymite chez les mâles **(GANIERE, 2004).**

11.1.2 Diagnostic direct

Le diagnostic le plus fiable repose sur l'isolement de *Brucella* à partir des excrétions génitales (prélevées par écouvillonnage dans la zone péri-cervicale), du lait, de l'avorton (fortement contaminé) et des annexes placentaires sur l'animal vivant. Cependant, ces échantillons sont souvent contaminés par la flore environnementale, ce qui présente un risque pour le préleveur, le personnel chargé du transport et le laboratoire de diagnostic. En laboratoire, l'isolement est réalisé sur un milieu sélectif comme le milieu Frell pour une sensibilité accrue, suivi d'une incubation de 3 à 4 jours. Les colonies de *Brucella* se caractérisent par leur aspect bombé, transparent, lisse et aux contours réguliers **(Garin-BASTUJI, 2003).**

La qualité des bouillons d'hémoculture s'est améliorée et les cultures peuvent désormais être réalisées dans des délais plus raisonnables. Il est toutefois recommandé de remuer ces bouillons pour favoriser l'aérobicité nécessaire à *Brucella.* Ce pathogène nécessite un milieu de culture enrichi en thiamine, niacine et biotine pour sa croissance optimale **(GOURREAU et *a*l., 2011).**

11.1.3 Diagnostic indirect

Les tests de diagnostic de la brucellose comprennent la détection des immunoglobulines (IgM, IgG), comme celle de l'épreuve à l'antigène tamponné (EAT ou Rose Bengale), une technique très sensible pour détecter précocement l'infection mais moins spécifique. La fixation de complément (FC) est plus spécifique que l'EAT mais moins sensible, et elle est souvent utilisée pour confirmer le diagnostic ultérieurement. Ces tests sont considérés comme des méthodes officielles et standard pour le

dépistage de la brucellose bovine (*B. melitensis*) à l'échelle nationale et internationale. En Algérie, un contrôle de lait par Ring test a été mis en place en 2005 **(GARIN, 2003 ; CORBEL, 2006).** Il existe également des tests d'immunité cellulaire tels que l'épreuve cutanée allergique à la brucelline, Brucellergène . Ce test ne contient pas de LPS-S, ce qui le rend sûr à utiliser sans risque de provoquer des réponses inflammatoires ou de produire des anticorps qui pourraient interférer avec le diagnostic **(FENSTER-Bank, 1982).**

11.2 Chez l'Homme

Le diagnostic de la brucellose humaine repose généralement sur une combinaison de critères cliniques, sérologiques, microbiologiques et parfois radiologiques (**Figure 2)**. Les symptômes non spécifiques tels que fièvre, malaise, anorexie, sueurs, arthralgies, et parfois des complications sévères comme la spondylarthrite ou la neurobrucellose sont courants **(PAPPAS et AKRITIDIS, 2006).**

Les tests sérologiques, tels que l'ELISA et le test de fixation du complément, sont largement utilisés pour détecter les anticorps dirigés contre les antigènes de *Brucella* **(PAPPAS et AKRITIDIS, 2006).** L'isolement et l'identification de l'agent pathogène par culture sont nécessaires pour confirmer le diagnostic, impliquant la manipulation sécurisée des échantillons biologiques en laboratoire spécialisé. Les techniques de biologie moléculaire comme la PCR sont également utilisées pour détecter l'ADN de *Brucella* dans les échantillons cliniques **(Al DAHOUK et *al*., 2013).**

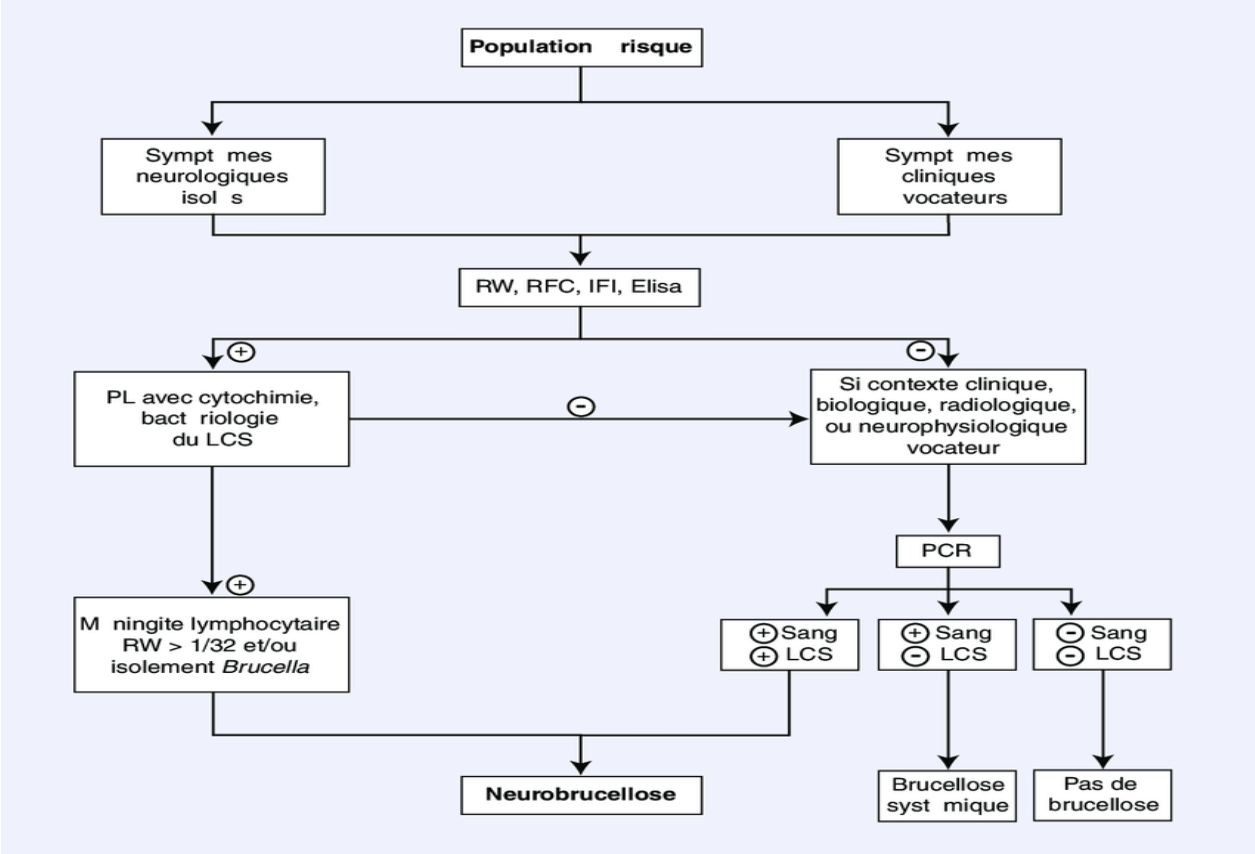


Figure 2: Neurobrucellose diagnostic démarche (Ben Hamouda, 2007).

12) Traitement

12.1 Chez l'animal

Le traitement de la brucellose chez les animaux n'est pas recommandé, voire interdit dans certains pays, en raison de la persistance de la bactérie qui peut continuer à être source d'infection malgré le traitement. Ainsi, la lutte contre la brucellose repose principalement sur des mesures de prophylaxie médicale et sanitaire **(GARIN et MILLEMANN, 2008).**

12.2 Chez l'Homme

L'objectif du traitement de la brucellose est de contrôler la maladie et de prévenir les complications, les récidives et les séquelles. Les principes généraux du traitement de la brucellose comprennent l'utilisation d'antibiotiques efficaces contre les bactéries qui résident dans un environnement intracellulaire acide. Par exemple, une combinaison courante est la doxycycline (200 mg/jour) associée à la rifampicine (600 à 900 mg/jour) pendant six semaines. Étant donné le risque élevé de récidive avec la monothérapie, une thérapie combinée est souvent privilégiée. Pour les adultes et les enfants de plus de 8 ans atteints de spondylarthrite, un schéma recommandé inclut l'utilisation de streptomycine (pendant 14 à 21 jours) ou de gentamicine (pendant 7 à 14 jours), en association avec doxycycline (pendant au moins 12 semaines) et rifampicine (pendant au moins 12 semaines) **(BOSILKOVSKI et EDWARDS, 2019).**

13) Prophylaxie

13.1 Prophylaxie médical

La vaccination contre la brucellose joue un rôle crucial dans la prévention de cette maladie, principalement endémique chez le bétail. Pour le bétail bovin, les vaccins les plus couramment utilisés sont le RB51 et le S19, tous deux des vaccins vivants atténués contre *Brucella abortus*, administrés par voie sous-cutanée ou intramusculaire **(BUSH et VAZQUEZ, 2022).** Pour les chèvres et les moutons, le vaccin Rev. 1, également vivant atténué, est largement utilisé contre *Brucella melitensis*, suivant des protocoles spécifiques pour assurer une efficacité maximale (**SCIENSANO, 2018**).

En revanche, il n'existe pas de vaccin approuvé spécifiquement pour les humains contre la brucellose. La prévention chez l'homme repose principalement sur des mesures d'hygiène rigoureuses, le contrôle des animaux infectés, ainsi que l'utilisation d'antibiotiques prophylactiques dans certains cas à haut risque **(ANONYME, 2020.).**

13.2 Prophylaxie sanitaire

13.2.1 Chez l'animal

(SELON GANIER, 2004), l'assainissement des troupeaux infectés implique l'isolement précoce et l'abattage systématique de tous les moutons identifiés comme infectés, afin de limiter la propagation des bactéries pathogènes présentes dans l'environnement. Cela inclut des mesures telles que la désinfection des installations d'élevage et l'élimination des matières potentiellement contaminées.

Protection des troupeaux en liberté : Il est essentiel d'introduire des animaux provenant d'exploitations indemnes, de contrôler strictement les migrations pour éviter la propagation des infections, et de réaliser régulièrement des tests sérologiques et/ou allergiques sur le bétail **(GANIER, 2004).**

Bien que les cheptels bovins, ovins, caprins et porcins soient sous contrôle vétérinaire officiel dans 25 des 29 pays qui ont participé à l'enquête, la brucellose ne fait pas l'objet d'une surveillance épidémiologique dans plus de la moitié des pays enquêtés ; la brucellose bovine retient néanmoins beaucoup plus l'attention que celle des autres espèces animales. La prévalence chez les bovins va de 0,034 % au Botswana à 30 % au Niger. Chez les petits ruminants, elle varie de 0,1 à 12,5 %. La prévalence de l'infection chez l'homme n'est signalée que dans quelques pays et, à une exception près, elle est négligeable **(AKAKPO et al., 2009).**

13.2.2 Chez l'Homme

Il n'existe pas de vaccins disponibles pour prévenir la brucellose chez l'homme. Une meilleure compréhension de la pathogenèse de la maladie pourrait faciliter l'identification de cibles potentielles pour le développement de vaccins. Les mesures préventives contre la brucellose incluent la nécessité de bouillir ou de pasteuriser le lait cru, d'éviter la consommation de produits laitiers non traités, et de minimiser le contact direct avec les matériaux potentiellement infectieux, notamment lors d'avortements (comme le placenta et les avortons). Des précautions strictes doivent être prises lors de l'abattage des animaux et lors de la manipulation des échantillons en laboratoire **(ARAJ, 2016).**

Partie expérimentale

1 Problématique

La brucellose est une maladie infectieuse grave, à déclaration obligatoire (MDO) et une zoonose majeure. Elle est causée par des bactéries du genre *Brucella*. En l'absence de traitement rapide et adéquat, la brucellose peut entraîner de graves complications chez l'Homme.

L'Algérie a enregistré un nombre important d'atteintes par la brucellose chez les animaux et l'Homme ces dernières années. En ce sens, nous avons mené notre travail afin de contribuer à mieux caractériser cette maladie.

2 Objectif de l'étude

Notre travail vise une étude épidémiologique de la brucellose animale et humaine en Algérie couvrant une période de 2ans de 2022 jusqu'à 2023. Il s'agit d'une étude rétrospective avec un double objectif ; évaluer la situation de la brucellose animale et humaine en Algérie, d'une part ; d'autre part, évaluer l'évolution de la brucellose animale et humaine en tant que zoonose et cartographier la maladie en utilisant un logiciel QGIS.

3 Matériels et méthodes

3.1 Matériels et récolte des informations

La collecte des données pour cette étude couvrant une période de 2ans de 2022 jusqu'à 2023, a été réalisée à partir de deux sources principales : la Direction des Services Vétérinaires (DSV) et l'Institut National de Santé Publique (INSP) de la wilaya d'Alger. Les données obtenues de la DSV comprenaient des statistiques sur les cas de brucellose animale, incluant les espèces affectées (bovins et caprins), le nombre des foyers et les régions géographiques déclarés. Parallèlement, les informations recueillies auprès de l'INSP concernaient les incidences de brucellose humaine, avec des données épidémiologiques telles que la distribution par âge, sexe, et les zones géographiques touchées choix et description de la région d'étude.

Afin de cartographier la brucellose, un logiciel QGIS a été utilisé pour mener cette étude.

Historique: Selon **(Sherman, 2008) (QGIS Development Team, 2022).**

Création : QGIS a été initié en mai 2002 par Gary Sherman comme un visualiseur de données géospatiales pour PostgreSQL/PostGIS.

Évolution : Le projet est devenu un projet incubateur Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) en 2004.

Première version publique : QGIS 0.0.1 a été publiée en juillet 2002.

Croissance : Au fil des ans, QGIS s'est développé pour devenir un SIG complet avec des fonctionnalités comparables aux logiciels SIG propriétaires.

Version 1.0 : Sortie en janvier 2009, marquant une étape importante dans la maturité du logiciel.

Versions récentes : QGIS suit maintenant un cycle de publication régulier avec des versions à long terme (LTR) tous les ans et des versions intermédiaires tous les quatre mois.

Utilisation :(**GRASER, 2016 ; BIVAND et *al*., 2013).**

Interface graphique : QGIS offre une interface intuitive pour charger, visualiser, analyser et créer des données géospatiales.

Gestion de projets : Les utilisateurs peuvent créer des projets, organiser des couches de données et définir des styles de cartes.

Analyse spatiale : QGIS propose de nombreux outils d'analyse comme la superposition de couches, les requêtes spatiales, et les calculs de géométrie.

Cartographie : Les utilisateurs peuvent créer des cartes professionnelles avec des légendes, des échelles et d'autres éléments cartographiques.

Extension des fonctionnalités : QGIS peut être étendu via des plugins et des scripts Python.

Intégration de données : QGIS peut se connecter à diverses sources de données, y compris des bases de données spatiales et des services web.

Utilisateurs **:(KAMEL et GERAGHTY, 2020 ; OSTFELD et *al*., 2005).**

Chercheurs et universitaires : Pour l'analyse spatiale dans divers domaines, y compris l'épidémiologie, l'écologie, et la géographie.

Organisations gouvernementales : Pour la planification urbaine, la gestion des ressources naturelles, et la cartographie cadastrale.

ONG : Pour la cartographie des zones de catastrophe, la planification de projets de développement, et l'analyse environnementale.

Entreprises privées : Dans les secteurs de l'ingénierie, de l'urbanisme, de l'agriculture de précision, et de la gestion des ressources.

Professionnels de la santé publique : Pour la cartographie des maladies, l'analyse des facteurs de risque environnementaux, et la planification des interventions.

Étudiants : QGIS est largement utilisé dans l'enseignement des SIG en raison de sa gratuité et de sa facilité d'accès.

Amateurs et passionnés de cartographie : Pour des projets personnels ou communautaires.

(STEINIGER et HUNTER, 2013). QGIS est particulièrement apprécié pour sa gratuité, son caractère open source, sa communauté active, et sa capacité à fonctionner sur différentes plateformes. Son utilisation dans le domaine de la santé publique et de l'épidémiologie en fait un outil pertinent pour notre étude sur la brucellose en Algérie.

L'Algérie, située en Afrique du Nord, est le plus grand pays du continent africain avec une superficie de 2 381 741 km². Elle est bordée par la mer Méditerranée au nord, la Tunisie et la Libye à l'est, le Niger au sud-est, le Mali et la Mauritanie au sud-ouest, et le Maroc à l'ouest. Le territoire algérien est caractérisé par une grande diversité géographique, incluant des montagnes, des hauts plateaux et le désert du Sahara, qui couvre une grande partie du pays. Cette diversité géographique influe sur la répartition et la dynamique des maladies, rendant l'Algérie particulièrement intéressante pour des études épidémiologiques **(MSPRH, 2020).** En épidémiologie, l'Algérie présente un éventail de maladies infectieuses et non transmissibles influencées par des facteurs socio-économiques et environnementaux variés. Par ailleurs, les zoonoses, comme la brucellose, sont également un enjeu majeur en raison de l'importance de l'agriculture et de l'élevage dans l'économie algérienne **(FAYE et *al*., 2012)**. Cette complexité rend l'Algérie un sujet d'étude fascinant pour les chercheurs en santé publique et en épidémiologie **(WHO, 2021).**

Le climat varie considérablement d'une région à l'autre, allant du désert aride au sud aux zones semi-arides et méditerranéennes au nord. Cela influence les pratiques agricoles, l'élevage et les interactions entre les populations humaines et animales, cruciales pour la propagation de la brucellose **(NOUACEUR et MURARESCU, 2014).**

3.2 Description de population d'étude

3.2.1 Pour les Humains

Selon les Nations Unies, la population totale de l'Algérie en 2022 et en 2023 est estimée à environ 45,5 et de 46 millions de personnes respectivement (**STATISTA, 2024).**

3.2.2 Pour les animaux

En 2020, l'effectif global du cheptel (toutes races confondues) s'élève à 38,1 millions de têtes contre 36,8 millions de têtes en 2019, affichant ainsi une hausse de 4%, les bovins avec 4,6% et les caprins avec 12,9% Le cheptel bovin a atteint 1,7 millions de têtes en 2020 contre 1,8 millions de têtes en 2019, soit un repli de 2,3% prolongeant ainsi sa tendance baissière observée depuis 2017. Le nombre de vaches laitières qui représente 52,2% du total bovin a régressé de 2,1% durant l'année considérée **(BAAZIZI, 2020).**

3.3 Méthode

Sur la base des données et informations obtenues de la Direction des Services Vétérinaires et l'Institut National de Santé Publique de la wilaya d'Alger, nous avons utilisé le logiciel QGIS pour le traitement des données spatiales.

Pour visualiser la brucellose en Algérie dans QGIS, nous avons suivi un processus méthodique, en commençant par la préparation des données : Initialement, nos tableaux statistiques étaient au format PDF. Nous les avons convertis en fichiers Excel, puis en format CSV pour les rendre compatibles avec le logiciel QGIS. Nous avons ensuite ajouté la carte de l'Algérie comme base géographique et synchronisé chaque wilaya avec les tableaux statistiques convertis, en utilisant les coordonnées de longitude et latitude. Cette synchronisation assure une correspondance précise entre les données et leur localisation géographique. Pour la brucellose humaine, nous avons créé une carte de chaleur (heat map), visualisant la densité des cas à travers le pays. Pour la brucellose caprine et bovine, nous avons utilisé une symbologie par points, identifiant les zones touchées. Nous avons ensuite affiché sur la carte le nombre de cas et de foyers pour chaque zone.

4 Résultats

4.1 Evolution de la Brucellose animale

4.1.1 Distribution de la brucellose bovine par année

La figure intitulée "Évolution de la brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023" illustre les changements dans le nombre de foyers et de cas de brucellose bovine en Algérie sur deux années consécutives (Figure 3…).

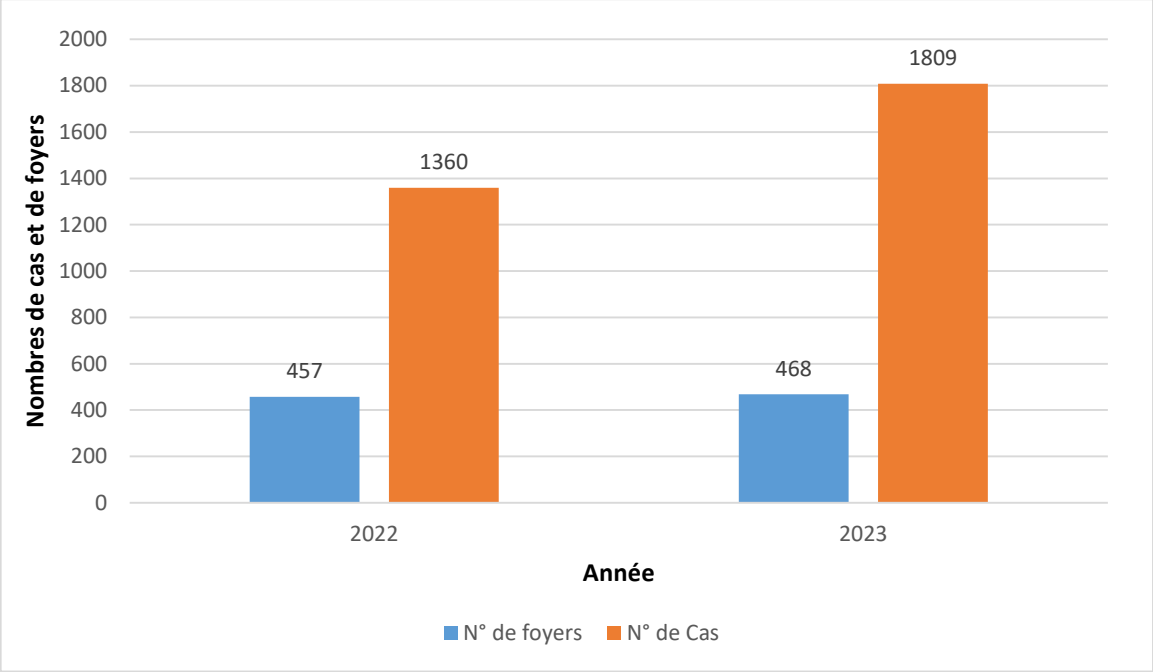


Figure 3 : Evolution de la brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023.

En 2022, 457 foyers et 1360 cas ont été déclarés, tandis qu'en 2023, le nombre de foyers a légèrement augmenté à 468, et le nombre de cas a significativement augmenté à 1809. Cette augmentation substantielle des cas, malgré une faible augmentation du nombre de foyers, suggère une contamination importante au sein des fermes qui pourrait être expliquée par une désinfection incomplète source de germes ou par l'introduction d'animaux contaminés dans les exploitations positives ou encore des animaux ayant présenté une sérologie négative et ayant subi une séroconversion avant leur contrôle au laboratoire.

4.1.2 Distribution de brucellose bovine par région

Les cartes ci-dessous (Figure 4 et 5) représentent respectivement la répartition des cas et des foyers de brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023.

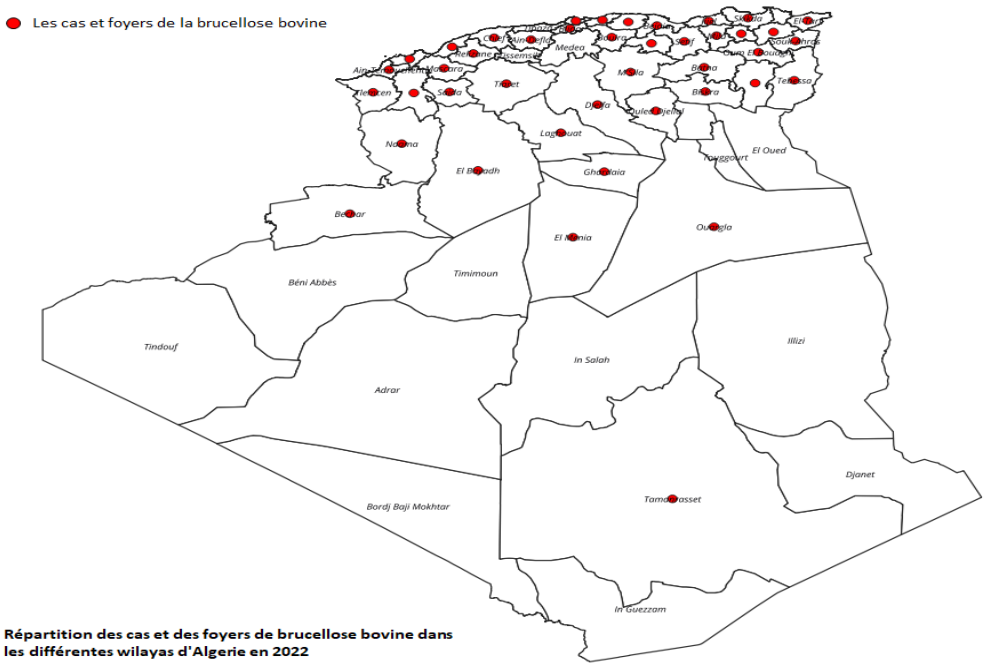


Figure 4 : Répartition des cas et foyers de brucellose bovine en Algérie en 2022.

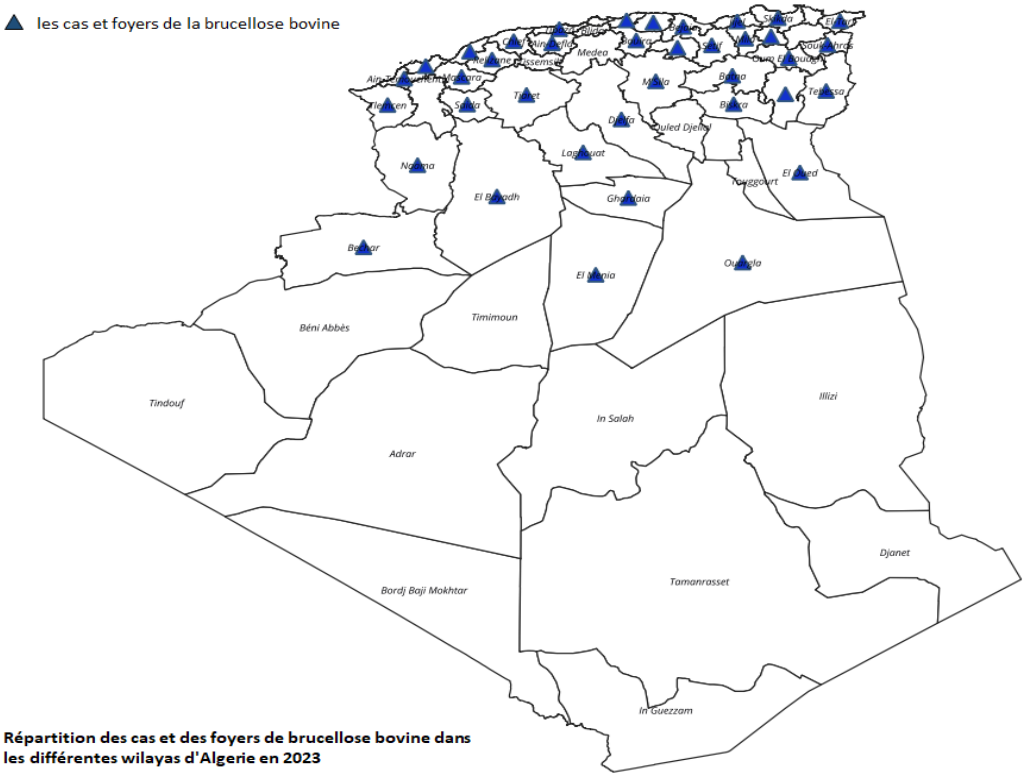


Figure 5 : Répartition des cas et des foyers de brucellose bovine déclarés en 2023.

En 2022 les points saillants sont :

- BBA (Bordj Bou Arreridj) présente le plus grand nombre de foyers (49) avec 86 cas.
- Laghouat et Oran ont le plus grand nombre de cas (100 et 88 respectivement).
- Aïn Témouchent se distingue avec 6 foyers et 90 cas, suggérant des foyers de grande ampleur.

- El Méniaâ présente une situation unique avec 1 seul foyer mais 77 cas, ces résultats suggèrent qu'il s'agit d'un élevage important qui a été infecté, cependant, nous ne disposons pas d'informations supplémentaires.
- En 2023, on constate une augmentation avec 468 foyers et 1809 cas. Les changements notables incluent :

- BBA reste la wilaya la plus touchée, avec une forte augmentation à 88 foyers et 140 cas.

- MSila émerge comme un point critique avec seulement 2 foyers mais 231 cas, indiquant des foyers très importants.

- El Méniaâ voit une augmentation drastique, passant à 2 foyers et 349 cas, devenant ainsi la wilaya avec le plus grand nombre de cas.

- Tizi Ouzou connaît une augmentation significative, passant de 12 foyers et 88 cas à 9 foyers et 131 cas.

En comparant les données de brucellose entre 2022 et 2023, plusieurs tendances clés émergent. Tout d'abord, il y a eu une augmentation globale significative du nombre de cas.

Au niveau régional, des variations importantes sont observées. Des wilayas telles que Chlef, Tlemcen et Mascara ont enregistré une augmentation du nombre de foyers, tandis que Laghouat et Aïn Témouchent ont vu une diminution notable des cas.

Une nouvelle entrée dans les données de 2023 est Tipaza, avec 6 foyers et 19 cas signalés. Cette expansion géographique souligne l'évolution de la maladie dans de nouvelles zones.

En outre, une concentration des cas est observée en 2023 dans certains foyers tels que M'Sila et El Méniaâ, indiquant des épidémies localisées mais intenses.

Cette analyse met en lumière la dynamique changeante de la brucellose bovine en Algérie. L'augmentation du nombre total de cas, malgré une stabilité apparente du nombre de foyers, suggère des épidémies potentiellement plus vastes et plus complexes, mais surtout une contamination intra-troupeau. Ces résultats soulignent l'importance de renforcer les mesures de contrôle et de prévention, en particulier dans les nouvelles zones touchées et celles connaissant une augmentation des cas.

4.1.3 Distribution de brucellose caprine par année

La figure N° 6 illustre l'évolution de la brucellose caprine en Algérie entre 2022 et 2023, mettant en évidence une augmentation notable des foyers et des cas de cette maladie infectieuse chez les chèvres.

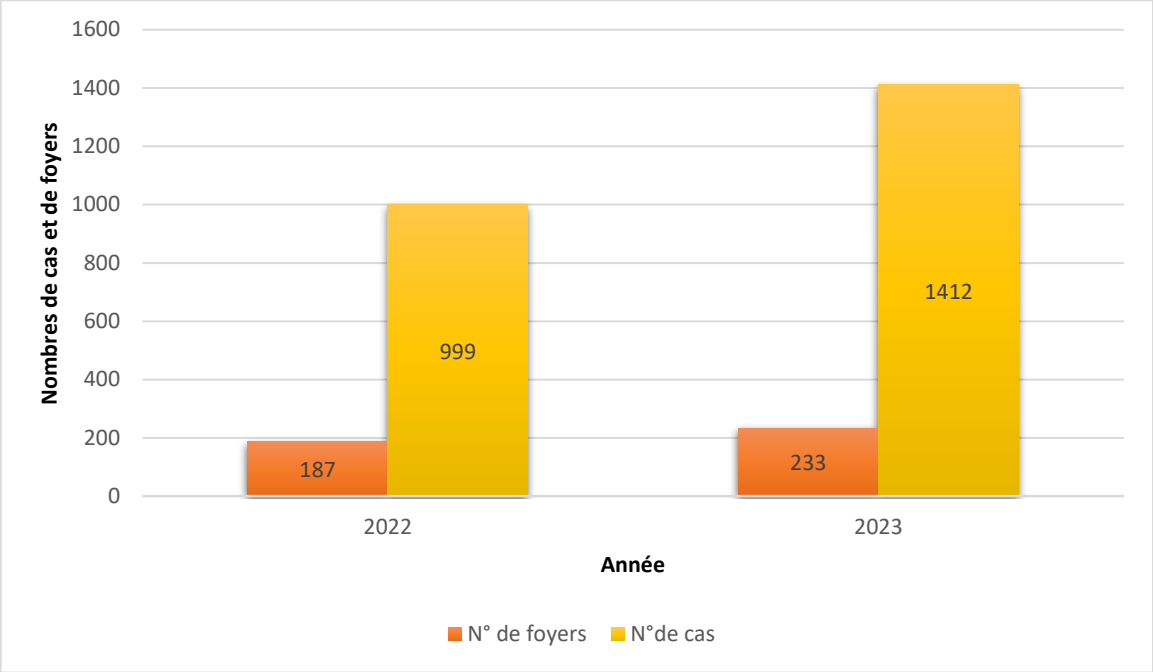


Figure 6 : Evolution de la brucellose caprine en Algérie en 2022 et 2023.

Les résultats recueillis montrent une augmentation notable des foyers et des cas de la brucellose caprine. Ainsi, en 2022, 187 foyers et 999 cas de brucellose caprine ont été recensés, tandis qu'en 2023, ~~à~~ 233 foyers et 1412 cas ont été enregistrés, marquant une augmentation de 46 foyers soit un taux de 24,6 % et de 413 cas soit un taux de 41,3 %.

Cette augmentation indique une propagation accrue de la maladie ou une amélioration des capacités de détection et de diagnostic. La forte hausse du nombre de cas par rapport aux foyers suggère une intensification de l'infection au sein des troupeaux touchés. Ces données soulignent l'importance de renforcer les mesures de contrôle et de prévention pour limiter la progression de la brucellose caprine.

4.1.1 Distribution de brucellose caprine par région

Les cartes si dessous (Figure 7) et (Figure 8) représentent respectivement la répartition des cas et des foyers de brucellose bovine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2022 et 2023.

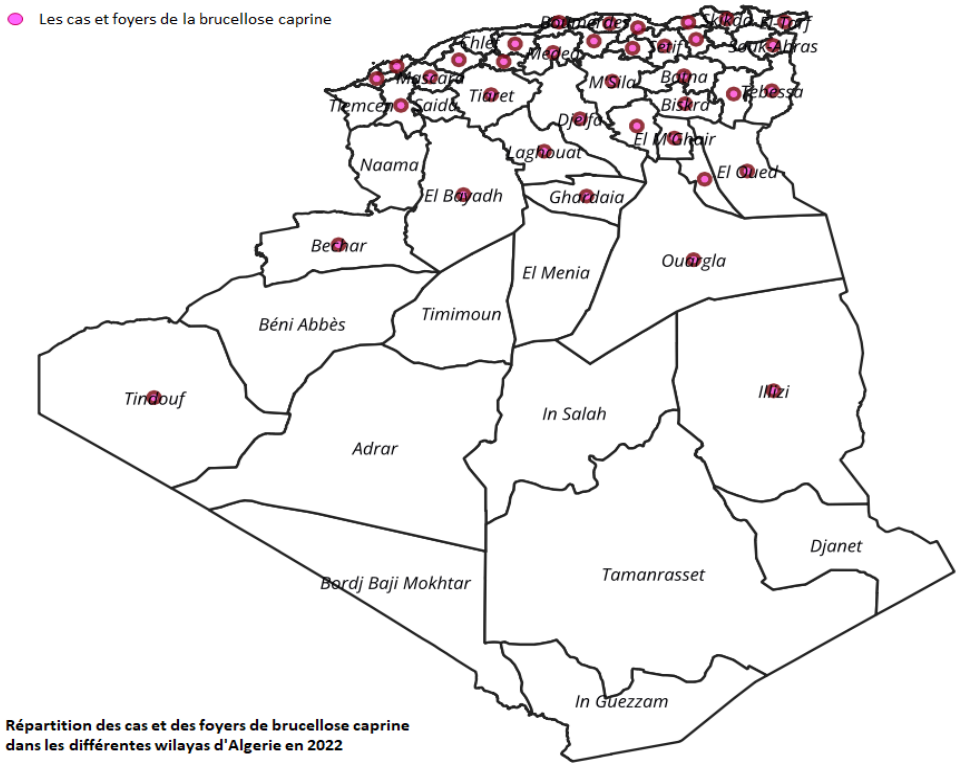


Figure 7 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine en Algérie en 2022.

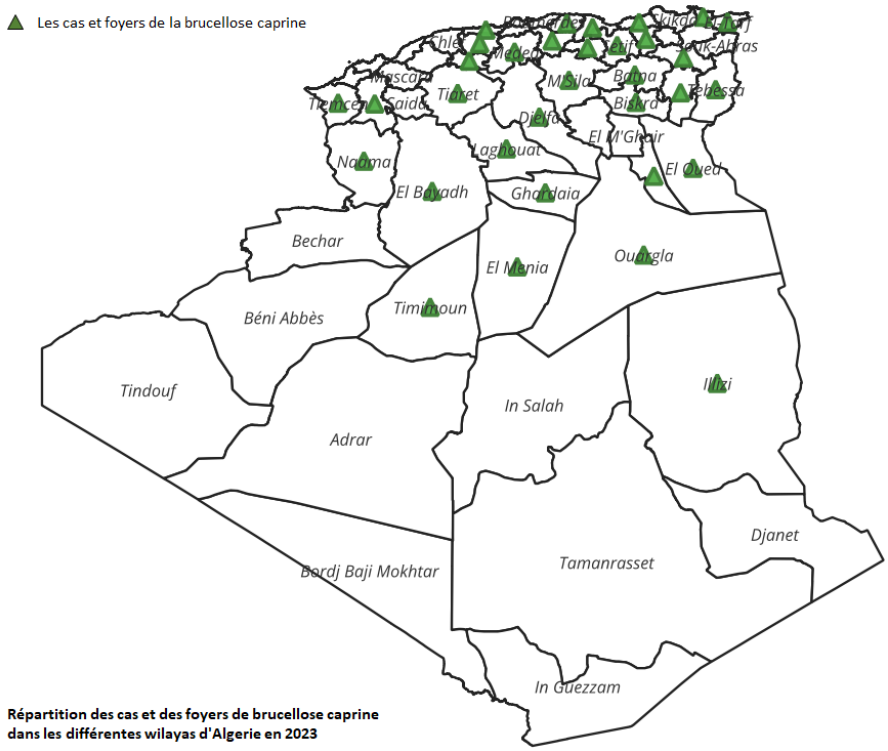


Figure 8 : Répartition des cas et des foyers de brucellose caprine en Algérie en 2023.

En 2022, on observe une répartition relativement dispersée des cas de brucellose caprine à travers le pays, avec un total de 187 foyers et 999 cas. Toutefois, certains points sur la carte indiquent une concentration significative dans certaines wilayas :

- Tizi Ouzou se distingue avec 12 foyers et 137 cas, mettant en évidence une problématique majeure dans cette région du nord du pays.
- El Oued, situé dans le sud-est, présente également un nombre élevé de cas avec 92 cas répartis sur 12 foyers.
- Ghardaïa montre une dispersion notable avec 19 foyers, bien que le nombre de cas (64) reste relativement modéré.

En 2023, une évolution significative est observée dans la situation de la brucellose caprine en Algérie, avec une augmentation générale atteignant 233 foyers et 1412 cas confirmés. Cette progression est clairement visible par une densification probable des points sur la carte et des valeurs plus élevées affichées pour plusieurs régions :

- El Bayadh émerge comme un point critique, passant de 12 foyers et 30 cas en 2022 à 48 foyers et 303 cas en 2023, devenant ainsi la wilaya la plus touchée.
- Laghouat montre également une augmentation significative, quasiment doublant ses chiffres pour atteindre 34 foyers et 139 cas.
- Ghardaïa maintient un niveau élevé avec 12 foyers et 134 cas, montrant une augmentation du nombre de cas par foyer.

La visualisation par points permet probablement d'observer une expansion géographique de la maladie, avec l'apparition de nouveaux foyers dans des wilayas précédemment peu ou pas touchées, comme Annaba ou Tipaza, bien qu'avec des nombres de cas encore faibles.

Certaines régions présentent des variations notables entre les deux années :

- Tizi Ouzou, précédemment fortement touchée en 2022, montre une diminution significative en 2023 avec seulement 5 foyers et 18 cas.
- Biskra, qui comptait 15 foyers et 67 cas en 2022, affiche une réduction marquée avec seulement 2 foyers et 5 cas en 2023, suggérant l'efficacité possible des mesures de contrôle mises en place.

4.2 Comparaison de l’évolution de la brucellose bovine et caprine

L'analyse des données révèle une augmentation significative du nombre de cas infectés ainsi que des foyers tant chez les bovins que chez les caprins (Figure N°9).

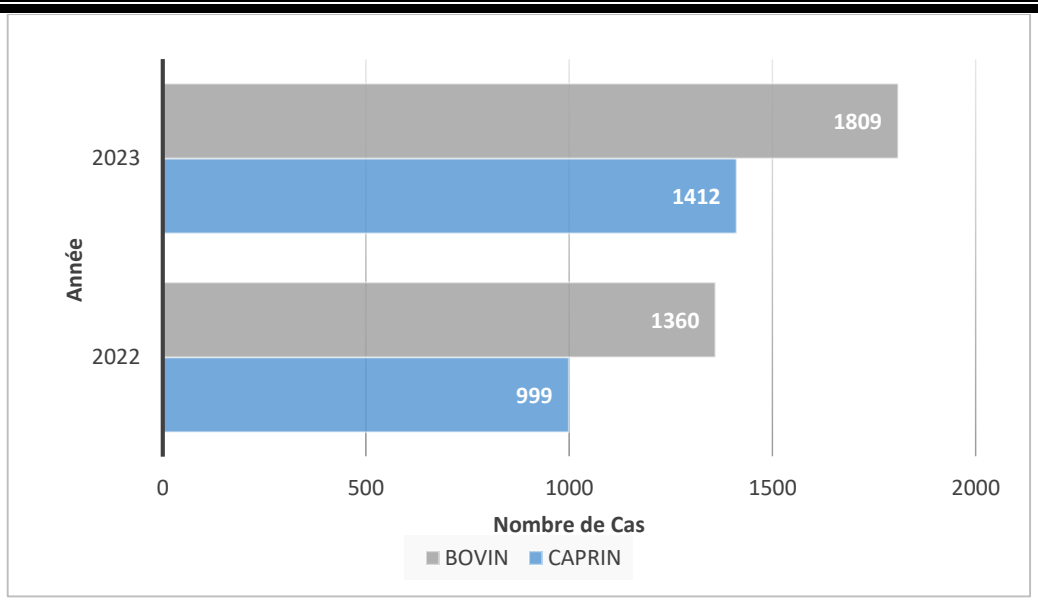


Figure 9 : Evolution temporelle de la brucellose animale en Algérie (2022- 2023).

Cette augmentation représente une hausse de 33,16% du nombre de cas chez les bovins et une augmentation légère du nombre de foyers et une augmentation de 41,34% chez les caprins avec une hausse significative du nombre de foyers en l'espace d'une année. Les résultats révèlent une tendance inquiétante de l'accroissement des cas de brucellose chez les deux espèces, soulignant la nécessité d'intensifier les mesures de contrôle et de prévention pour enrayer la propagation de cette maladie en Algérie.

4.1 Prophylaxie sanitaire

4.1.1 Chez les bovins

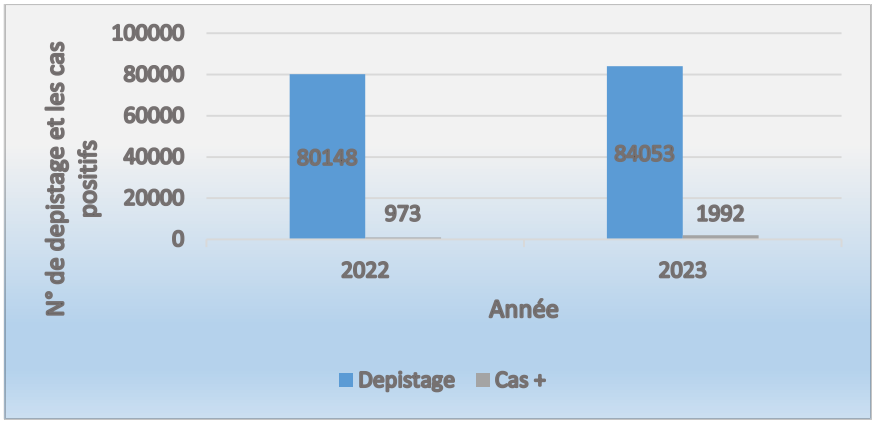


Figure 10 : Prophylaxie sanitaire de la brucellose bovine en Algérie en 2022 et 2023.

Les résultats montrent que malgré les efforts consentis en terme de prophylaxie, des cas sont toujours dépistés/déclarés au cours de la période d'étude. Ainsi, en 2022, 80 148 dépistages ont été réalisés, avec 973 cas positifs détectés. En 2023, ces chiffres ont augmenté, atteignant 84 053 dépistages

et 1 992 cas positifs. Le nombre de dépistages a donc augmenté de 3 905 et le nombre de cas positifs a augmenté de 1 019.

Cette augmentation des dépistages reflète un effort accru pour surveiller et contrôler la brucellose bovine. Cependant, la hausse significative des cas positifs suggère soit une prévalence accrue de la maladie, soit une amélioration des techniques de détection. Ces données soulignent la nécessité de renforcer les mesures de contrôle et de prévention pour lutter efficacement contre la brucellose bovine en Algérie, afin de protéger la santé animale et publique.

4.2 Chez caprins

La figure N°11 illustre les efforts de prophylaxie sanitaire de la brucellose caprine en Algérie au cours des années 2022 et 2023.

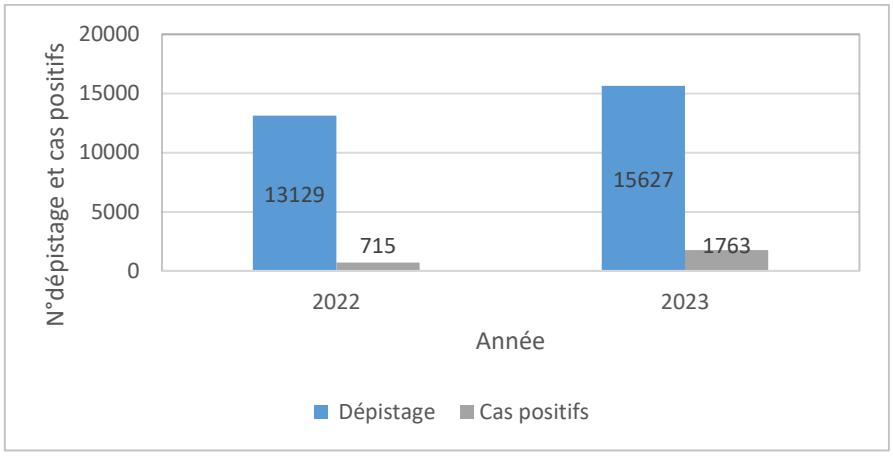


Figure 11 : Prophylaxie sanitaire de la brucellose caprine en Algérie en 2022 et 2023.

Les résultats obtenus montrent les efforts consentis pour une prophylaxie sanitaire de la brucellose caprine en Algérie au cours des années 2022 et 2023. En 2022, 13 129 dépistages ont été réalisés, parmi lesquels 715 cas se sont révélés positifs. En 2023, le nombre de dépistages a augmenté, atteignant 15 627, avec un nombre de cas positifs également en hausse à 1 763. Cette augmentation à la fois du dépistage (+18.99%) et des cas positifs (+146.64%) entre les deux années met en évidence un renforcement des efforts de surveillance et de détection de la maladie.

4.3 Evolution de la brucellose humaine

4.3.1 Distribution de brucellose humaine par année

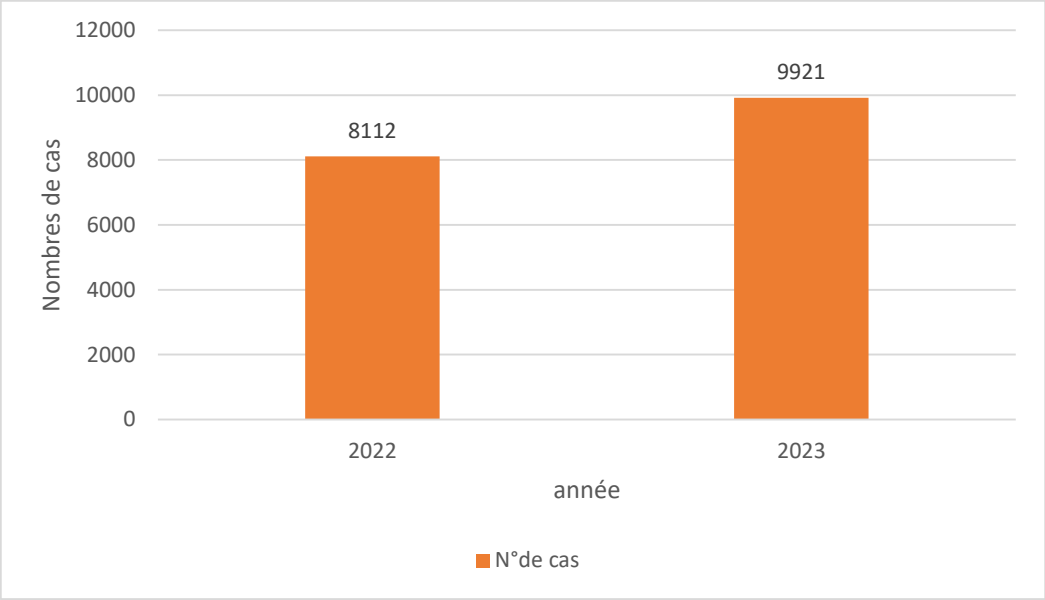


Figure 12 : Evolution de la brucellose humaine en Algérie en 2022 et 2023.

La figure n°12 montre l'évolution des cas de brucellose humaine en Algérie entre 2022 et 2023, avec une augmentation notable du nombre de cas. En 2022, il y avait 8112 cas, tandis qu'en 2023, ce nombre est passé à 9921, soit une augmentation de 1809 cas, représentant un taux d'incidence de 22,3%.

Cette tendance à la hausse est préoccupante pour la santé publique, car la brucellose est une maladie infectieuse zoonotique pouvant entraîner des symptômes graves chez l'humain.

4.3.2 Distribution de brucellose humaine par sexe

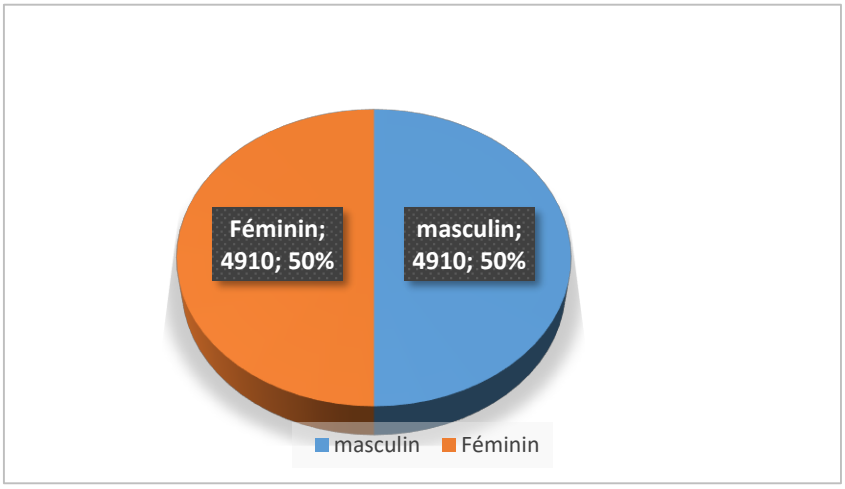


Figure 13 : Distribution de brucellose humaine selon le sexe en Algérie en 2022.

Sexe	2022
Masculin	4910
Féminin	4910
Indéterminé	21

Tableau 2 : Evolution de brucellose humaine selon le sexe en Algérie en 2022.

Les résultats montrent (Figure n°13) et (Tableau n°1) Présentent la distribution des cas de brucellose humaine par sexe pour l'année 2022. Le graphique en secteur montre une répartition égale entre les hommes et les femmes, chaque groupe représentant 50 % du total des cas. Plus précisément, le nombre de cas pour les deux sexes est identique, soit 4910 cas pour les hommes et 4910 cas pour les femmes.

Cette égalité parfaite dans la distribution des cas de brucellose indique qu'en 2022, la maladie a touché de manière égale les hommes et les femmes.

4.3.3 Distribution de brucellose Humaine par Age

La Figure N°14 représente la distribution de brucellose Humaine par Age en Algérie en 2022.

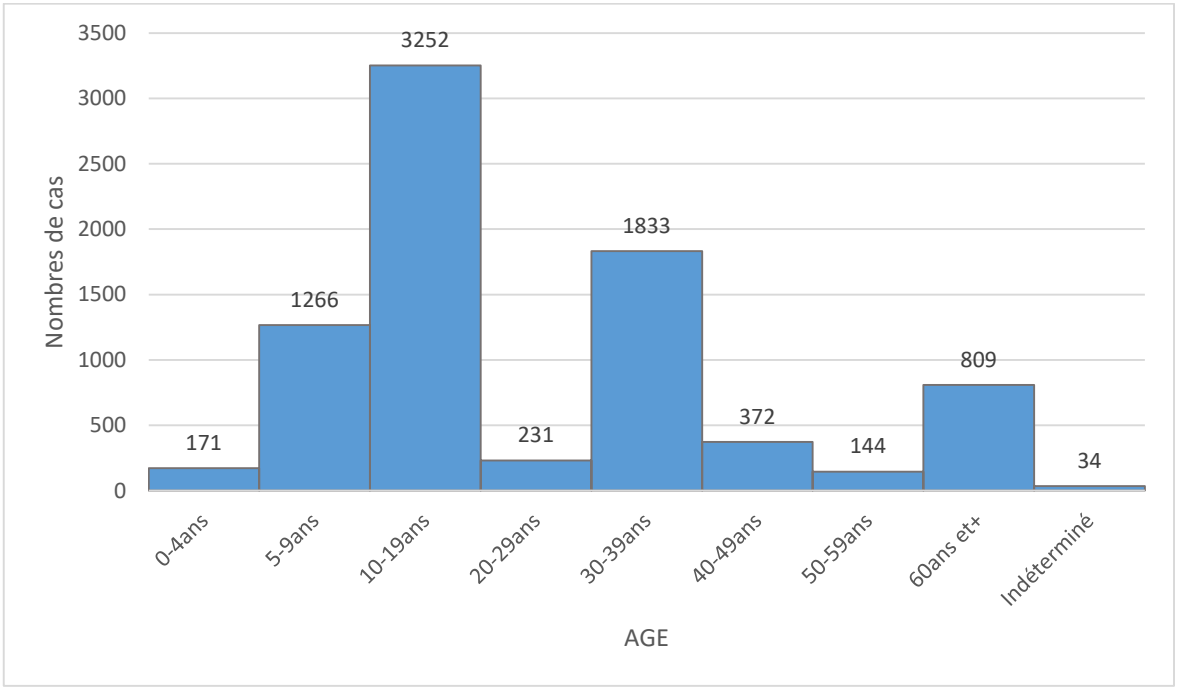


Figure 14 : Distribution de brucellose Humaine par Age en Algérie en 2022.

Les résultats montrent (Figure n° 14) que le groupe d'âge le plus touché est celui des 10-19 ans, avec 3252 cas, suivi par le groupe des 30-39 ans avec 1833 cas.

-Les enfants de 5-9 ans sont également significativement touchés avec 1266 cas.

- En revanche, les groupes d'âge 20-29 ans et 40-49 ans montrent une baisse notable des cas, avec respectivement 231 et 372 cas.

- Les jeunes enfants de 0-4 ans et les personnes âgées de 50-59 ans présentent un nombre relativement faible de cas, avec respectivement 171 et 144 cas.

Cependant, il y a une augmentation des cas chez les personnes de 60 ans et plus, avec 809 cas.

- Enfin, le groupe d'âge indéterminé représente un très petit nombre de cas, soit 34.

Ces données suggèrent que la brucellose affecte principalement les adolescents et les jeunes adultes en Algérie, ce qui peut guider les interventions de santé publique pour cibler les groupes les plus touchés.

4.3.4 Distribution de brucellose Humaine par région

Les cartes si dessous Figure n°15 et Figure n°18 montrent respectivement la répartition des cas et des foyers de brucellose humaine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2022 et 2023.

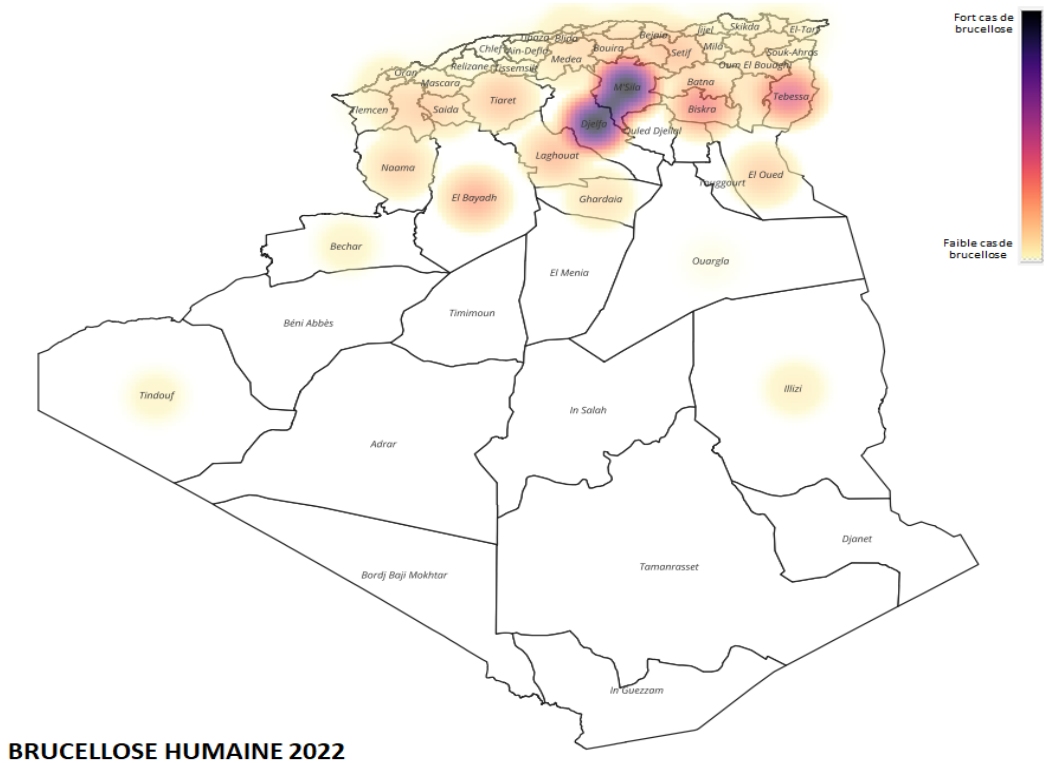


Figure 15 : Répartition des cas et des foyers de brucellose humaine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2022.

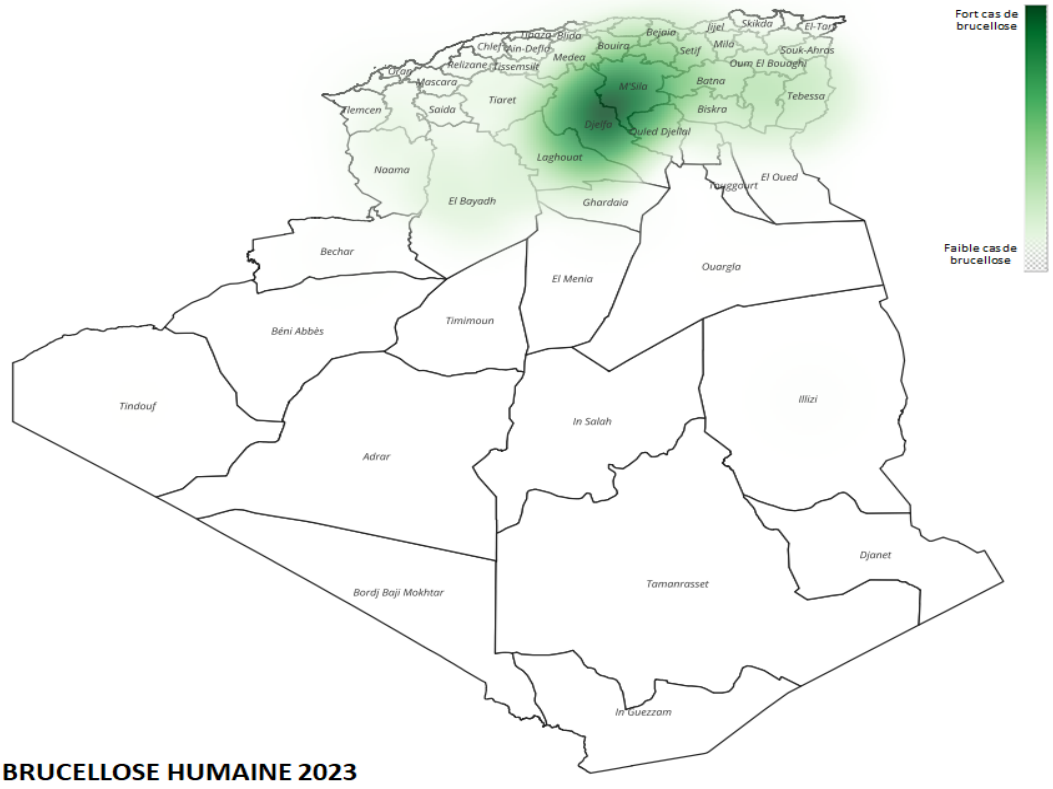


Figure 16 : Répartition des cas et des foyers de brucellose humaine dans les différentes wilaya d'Algérie en 2023.

L'analyse de ces cartes révèle une évolution préoccupante de cette zoonose.

En 2022, l'Algérie a enregistré 8112 cas, avec une concentration marquée dans les wilayas centrales de Msila et Djelfa, totalisant 3344 cas, soit plus de 41% du total national. En 2023, on observe une augmentation alarmante à 9921 cas, soit une hausse de 22,3%. La wilaya de Djelfa connaît la plus forte progression, passant de 1665 à 2361 cas, représentant à elle seule près de 38% de l'augmentation totale. Msila reste un foyer majeur avec 1589 cas, malgré une légère baisse. Des wilayas comme Tébessa, Laghouat et El Bayadh maintiennent des niveaux élevés, tandis que de nouveaux points chauds émergent, notamment à Naama et Tlemcen.

Cette distribution hétérogène et son évolution soulignent l'urgence d'une approche ciblée. Les régions du nord et de la côte, bien que généralement moins touchées, montrent des signes d'augmentation, notamment à Tizi Ouzou et Médéa.

L'augmentation observée entre 2022 et 2023 peut être attribuée à plusieurs facteurs :

- Pratiques alimentaires : La consommation de produits laitiers non pasteurisés ou de viande insuffisamment cuite provenant d'animaux infectés est un facteur de risque majeur, particulièrement dans les régions rurales **(CORBEL, 2006).**

- Changements dans les pratiques agricoles : L'intensification de l'élevage dans certaines régions pourrait augmenter le risque de transmission de la brucellose des animaux aux humains **(DERMOTT et ARIMI, 2002).**
- Lacunes dans la surveillance vétérinaire : L'augmentation rapide dans certaines wilayas pourrait indiquer des failles dans la détection et le contrôle de la brucellose chez les animaux. **(GODFROID et *al*., 2013).**
- Facteurs culturels : Certaines pratiques traditionnelles liées à l'élevage ou à la transformation des produits animaux pourraient augmenter le risque d'exposition. **(MUSALLAM et *al*., 2015)**
- Coordination intersectorielle : Un manque de coordination entre les secteurs de la santé humaine et animale pourrait entraver les efforts de contrôle efficaces **(PLUMB et al., 2013).**

4.4 L'évolution de brucellose animale et humaine

La figure N° 17 montre l'évolution de la brucellose animale et humaine en Algérie en 2022, répartie par wilaya.

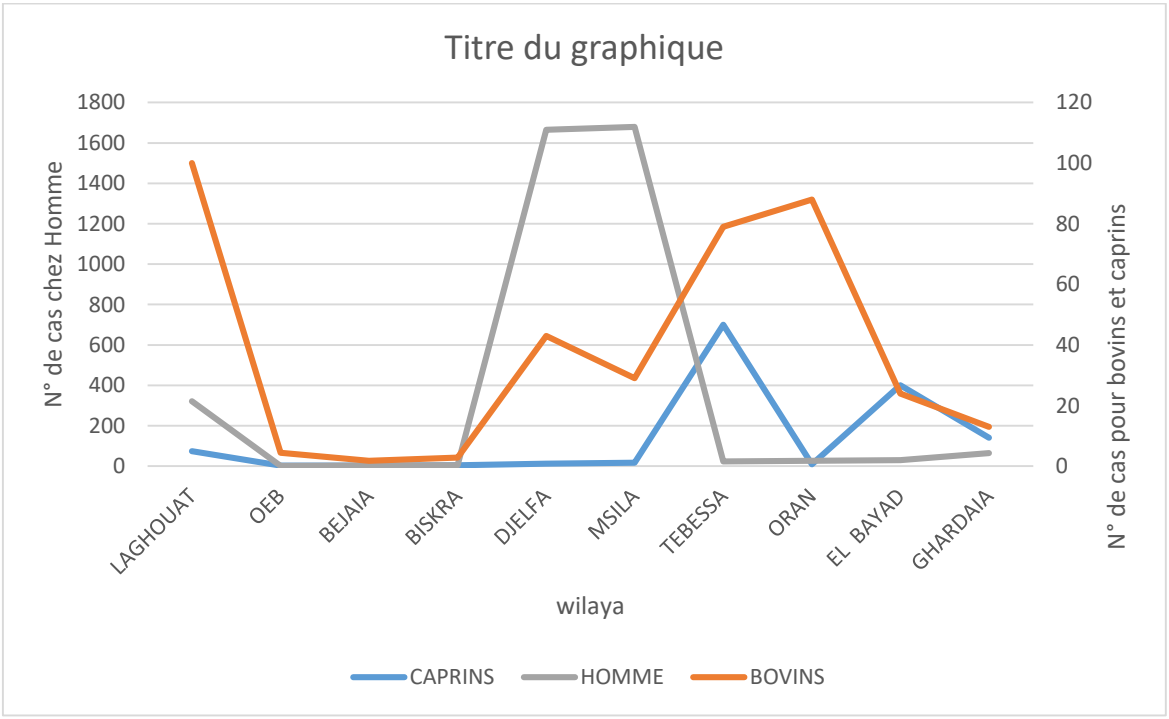


Figure 17 : Evolution de la brucellose animale et humaine en Algérie en 2022.

Analyse de Figure 17 montre une variation géographique notable des cas de brucellose.

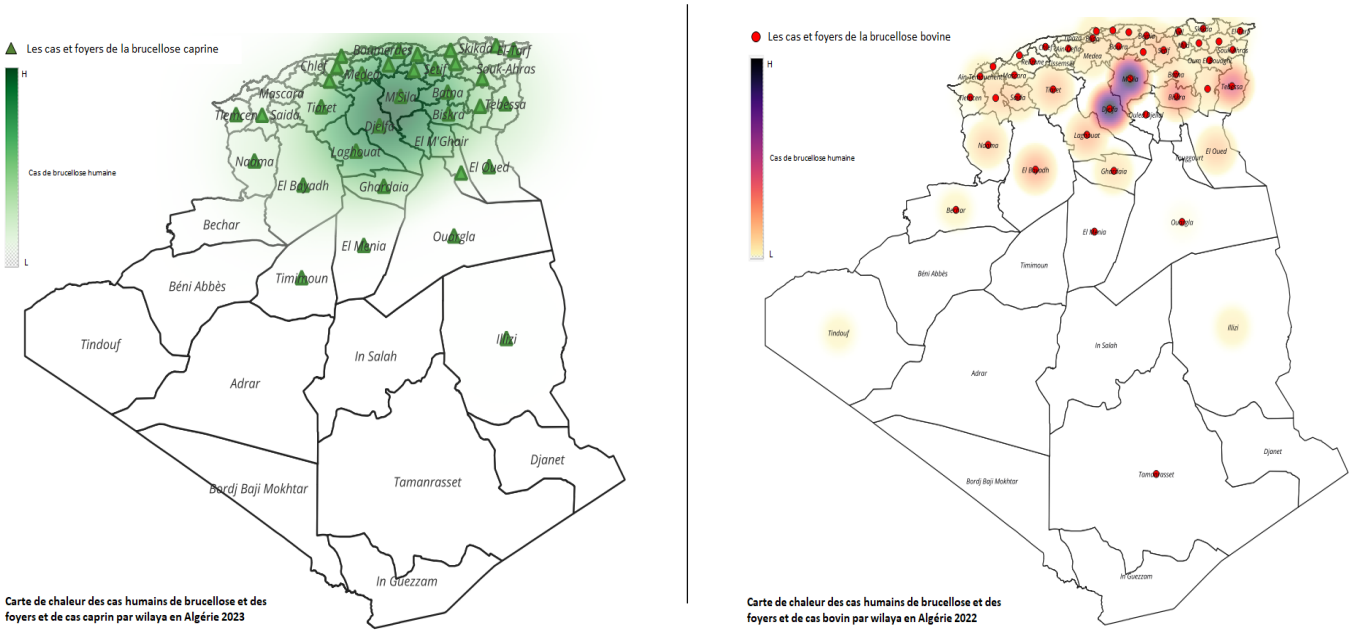
Chez humains : Les cas sont également élevés à Msila 1679 cas et à Djelfa 1665 indiquant une forte prévalence de la brucellose humaine dans ces régions.

Chez bovins : Les cas sont également élevés à Laghouat 100 cas, et à Tébessa 79 cas et Oran 88 cas.

Caprins : Les cas sont également élevés à Laghouat 75 cas et à Ghardaïa 64 et à El Bayadh 30.

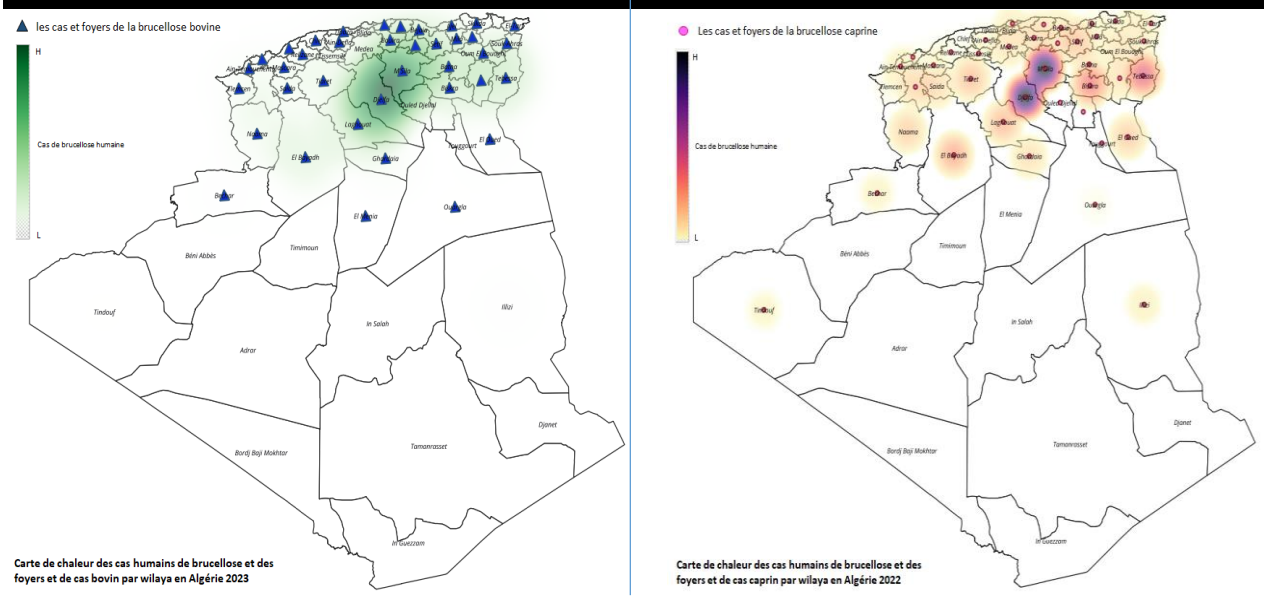
Les wilayas avec des cas élevés de brucellose bovine et caprine, comme Laghouat, montrent également des cas humains élevés. Cette corrélation suggère une transmission zoonotique potentielle, où les humains contractent la maladie via des interactions avec des animaux infectés.

- La Figure n° 17 et la Figure n°18 montrent la répartition des cas humains et des foyers de brucellose chez les caprins par wilaya en 2022 et 2023.



2023 2022

Figure 18 : Cas humains et des foyers de brucellose bovine par wilaya en 2022 et 2023.



2023 2022

Figure 19 : Répartition des cas humaine et des foyers de Brucellose caprine par wilaya en 2022 et 2023.

L''analyse de ces (Figure 18) et (Figure 19) montre :

L'augmentation significative des cas humains (1809 cas supplémentaires en un an) souligne l'importance cruciale de cette zoonose pour la santé publique en Algérie.

- Figure N°20 représente l'évolution temporelle de la brucellose chez les humains, les bovins, et les caprins, entre 2019 et 2023.

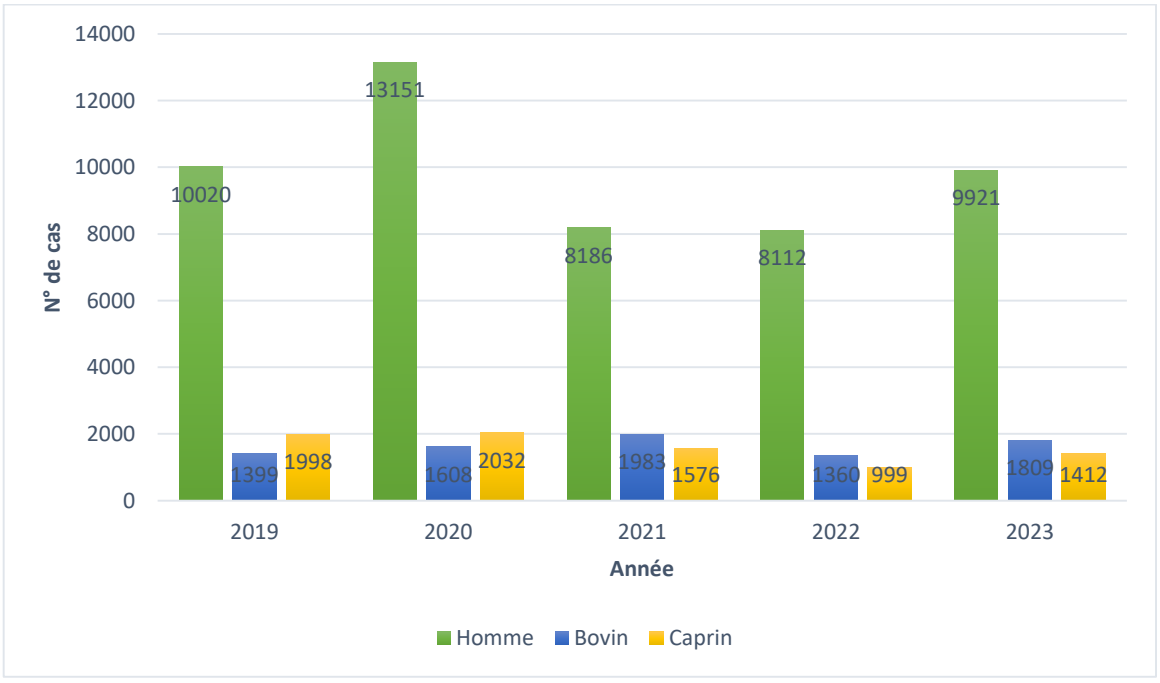


Figure 20 : Evolution temporelle de la brucellose humaine et animale (2019-2023).

Analyse de Figure N°20 montre chez :

Humain :

- Une hausse initiale significative de 31.3% en 2020 suivie d'une baisse de 37.7% en 2021.
- Une relative stabilisation avec une légère diminution de 0.9% entre 2021 et 2022.
- Une nouvelle augmentation marquée de 22.3% en 2023.

Bovin :

- Des variations annuelles avec des augmentations en 2020 et 2021 (14.9% et 23.3% respectivement).

- Une baisse importante de 31.4% en 2022 suivie d'une forte augmentation de 33.0% en 2023.

Caprin :

- Une tendance globale à la baisse entre 2019 et 2022, avec des diminutions de 22.5% et 36.6% en 2021 et 2022 respectivement.
- Une remontée notable de 41.4% en 2023.

Ces variations peuvent être attribuées à divers facteurs tels que les mesures de contrôle de la maladie, les changements dans les pratiques agricoles.

En conclusion, cette analyse globale révèle une situation préoccupante de la brucellose en Algérie, avec une tendance à l'augmentation et à l'expansion géographique de la maladie. Elle souligne l'urgence d'une approche intégrée "One Health", prenant en compte les interactions entre la santé humaine, animale et environnementale, pour lutter efficacement contre cette zoonose.

5 Discussion

Notre étude a exploré les caractéristiques spatiotemporelles et démographiques de l'incidence de la brucellose humaine et animale en Algérie. Plusieurs études antérieures ont confirmé la présence de la brucellose sur l'ensemble du territoire algérien **(KARDJADJ, 2016 ; AKHVLEDIANI et *al*, 2017).**

Dans l'ouest de l'Algérie, nos résultats montrent une augmentation significative des cas et des foyers. À Oran, nous rapportons 88 cas bovins en 2022, ce qui représente une augmentation notable par rapport aux années précédentes. El Bayadh présente une hausse alarmante, passant de 30 cas caprins et 12 foyers en 2022 à 303 cas et 48 foyers en 2023, soit une multiplication par dix des cas et par quatre des foyers en seulement un an. Cette tendance à la hausse contraste fortement avec l'étude de **(MERDJET et *al*.,2017)** à Tiaret, qui rapportait une incidence de 11 cas humains pour 100 000 habitants en 2016. Notre étude révèle également l'émergence de Tlemcen comme nouveau foyer en 2023, soulignant l'expansion géographique de la maladie dans la région ouest.

Dans l'est, notre étude révèle une augmentation de l'incidence nationale, passant de 17,8 cas pour 100 000 habitants en 2022 (8112 cas) à 21,6 en 2023 (9921 cas). Cette hausse de 21% en une année est particulièrement significative comparée à l'étude de **(TOUAREF et al., 2014)** à Guelma, qui rapportait une incidence de 4,5 cas pour 100 000 habitants par an entre 2009 et 2012.

L'étude plus récente de **(GUEROUACHE et LAADJEL, 2022)** à Bordj Bou Arreridj, avec une incidence annuelle moyenne de 13,29 cas pour 100 000 habitants entre 2017 et 2021, se situe entre ces deux valeurs, confirmant la tendance à la hausse que nous observons. Notre étude identifie spécifiquement Msila comme une zone à forte incidence dans l'est, nécessitant une attention particulière.

Pour le centre-nord, nos données actuelles permettent une comparaison directe avec les années précédentes. Nous observons une augmentation par rapport aux données de la Direction des Services Agricoles de Tizi-Ouzou (2014-2020), qui montraient une fluctuation des cas bovins avec un pic de 110 cas en 2016, suivi d'une diminution à 2 cas en 2020. Notre étude montre une ł'augmentation des cas dans cette région.

Dans le sud, nos résultats montrent une nette augmentation. À El Meniaa, nous rapportons une hausse importante de 77 cas bovins et 1 foyer en 2022 à 349 cas et 2 foyers en 2023, soit une multiplication par 4,5 des cas en un an. À Ghardaïa, les cas caprins sont passés de 64 à 134, doublant presque, bien que le nombre de foyers ait légèrement diminué de 19 à 12. A Laghouat, nous observons une

augmentation des cas caprins de 75 en 2022 à 139 en 2023. Cette tendance à la hausse est cohérente avec l'étude de **(HAMROUNE et *al*., 2020)** dans la wilaya de Djelfa, qui rapportait une augmentation de la prévalence de la brucellose animale de 0,67% à 4,18% entre 2010 et 2018.

Conclusion

Notre étude montre une augmentation des cas, des foyers et de l'incidence de la brucellose en Algérie, particulièrement marquée dans l'Ouest et le Sud du pays, notamment dans les wilayas d'El Bayadh et El Meniaa. A l'échelle nationale, l'incidence a augmenté de 21% en un an. Ces résultats soulignent l'urgence de renforcer les mesures de surveillance et de contrôle, en particulier dans les zones à forte croissance.

Les facteurs de risque incluent les pratiques agricoles non sécuritaires, l'absence de vaccination adéquate du bétail, et la consommation de lait non pasteurisé et de produits laitiers non traités.

Pour contrôler la brucellose, il est crucial de mettre en œuvre une approche intégrée comprenant :

- Campagnes de sensibilisation et d'éducation sur les risques et les pratiques d'hygiène.
- Programme national de vaccination systématique du bétail.
- Renforcement des systèmes de surveillance et de dépistage précoce.
- Régulation des mouvements de bétail avec des inspections sanitaires rigoureuses.
- Accès adéquat au traitement antibiotique pour les cas humains et programmes de suivi.
- Promotion de la pasteurisation du lait et de la sécurité alimentaire.
- Renforcement des capacités locales et collaboration internationale pour le partage de bonnes pratiques et l'accès à des ressources avancées.

L'adoption de cette stratégie intégrée, soutenue par un engagement politique fort et une allocation adéquate de ressources, est essentielle pour réduire l'incidence de la brucellose en Algérie et améliorer la santé publique.

LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

-**Acha, N.P., Szyfres, B., (2003).** Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals, third ed., vol. 1. Pan American Health Organization (PAHO), Washington, DC. p8.

-**AGGAD, Hebib. (2004)**. **Étude épidémiologique de la brucellose animale et humaine en Algérie**. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en microbiologie animale. P7

-**AKAKPO, A. J., TEKO-AGBO, A., & Koné, P. (2009, February).** L'impact de la brucellose sur l'économie et la santé publique en Afrique. In Conf. OIE (Vol. 2009, pp. 71-84).

-AKHVLEDIANI T, BAUTISTA CT, GARUCHAVA N, SANODZE L, KOKAIA N, MALANIA L, (2017). Epidemiological and clinical features of brucellosisin the country of Georgia. PLoS ONE. 2017 ;12(1):

-**Al DAHOUK, S., Sprague, L. D., Neubauer, H., Schöneberg, I., Prager, R., Wernery, U., Melzer, F., Drees, K., Reeßing, H., Rabsch, W., Nikolaou, K., Nöckler, K., & Witte, W. (2013).** Human brucellosis in a nonendemic country: a report from Germany, 2002–2011. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 32(6), 709-720.

-**ANONYME, (2020)**. BRUCELLOSE. Consulter le 20/05/2024. : https://www.who.int.

-**ANSES, (2023).** La brucellose, une maladie animale à surveiller. (2023, avril 12). **Anses - Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de L'alimentation, de L'environnement et du Travail**.

-A**NSES. (2014).** Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments. Anses. *Brucella spp.*

-**ARAJ G.F. (2016).** Human brucellosis and its complications. In Neurobrucellosis. Springer, Cham, p. 7-12.

-BAAZIZI, Youcef. (2020). LA PRODUCTION AGRICOLE. Campagne 2019/2020. N°976.P9.

-BACHIR KHEZZANI, Amira Narimane AOUACHRIA, El Amine KHECHEKHOUCHE, Sonia DJABALLAH, teber DJEDIDI, Mile BOSILKOVSKI. (2021). "Dans Santé Publique 2021/2 (Vol. 33), pages 275 à 284." *Éditions de la Société Française de Santé Publique*.

-BEN HAMIDA, A., BEN KHELIL, J.et GHARBI, Y. (2020). "La brucellose humaine en Tunisie : étude rétrospective sur 15 ans." Médecine et Maladies Infectieuses, 50(4), 321-326.

-BEN HAMOUDA, I. (2007). Neurobrucellose. Elsevier Masson SAS.

-**Bivand, R., Pebesma, E., & Gomez-Rubio, V. (2013).** Applied spatial data analysis with R (Vol. 747). Springer.

-BOSILKOVSKI M., EDWARDS M.S. (2019). Brucelloses : Epidemiology, microbiology, clinical manifestations, and diagnosis.

-BOUKADIDA, J. BOUKADI, S. AMMAR, A.B. HAMDI, S. et BEN KHÉLIL, (2019). "Épidémiologie de la brucellose humaine en Tunisie." Revue Tunisienne d'Infectiologie, 13(2), 101-108.

-**BRITANNICA, E. (2008).** Britannica concise encyclopedia. Encyclopaedia Britannica,

-**BUSH, L. M., et vazquez-pertejo, M. T. (2022, 5 avril).** Brucellose. Édition Professionnelle du Manuel MSD.

-CELLI, J., et GORVEL, J. P. (2004). Intracellular survival of *Brucella spp*. in mammals. Microbes and Infection, 6(6), 589-595.

-CHAKROUN, M., et BOUZOUAIA, N. (2007). La brucellose : une zoonose toujours d'actualité brucellosis : à topical zoonosis. Rev tun infectiol, *1*(2), 1-10.

-CORBEL M.J. (2006). Brucellosis in humans and animals. World Health Organization.P17.

-DAHMANI, A., HAMZAOUI, N., METAHRI, M., & KHADIR, A. (2018). Situation épidémiologique de la brucellose dans la daïra d'Aziz, wilaya de Médéa, entre 2005 et 2012. Revue d'épidémiologie et de santé publique, 66(S5), S335.

-DIDI Hamed et RAHAMA Asma. (2021). "Enquête séro-épidémiologique de la brucellose chez les ruminants et leur impact sur la santé publique dans la wilaya d'El Oued.P12

-FAYE, B., CASTEL, V., & LESNOFF, M. (2012). La brucellose en Algérie : défis et perspectives. Revue Scientifique et Technique de l'OIE, 31(3), 979-987.

-GANIERE, J. P. (2004). Livre : La brucellose animale. Ecoles Nationales Vétérinaires Françaises, Marial, p. 1-47. -GARIN-BASTUJI B. 2003. La brucellose ovine et caprine. Le point vétérinaire, vol. 34, n° 235, p. 22-26.

-GANIERE, J.P. (2014). La brucellose animale. [Éd.] Ecoles Nationnales Vétérinaires de France françaises. Paris :sn., 2014. Cours polycopiés de la Chaire de maladies contagieuses.P .47

-GARIN-BASTUJI B., MILLEMANN Y. (2008). La brucellose, in : Maladies des bovins. 4éme édition Institut de l'élevage, p. 80-83.

-GOURREAU J-M., SCHELCHER F., CHASTANT-MAILLARD S. (2011). Guide pratique des maladies des bovins. -France Agricole, p. 699. FENSTER-BANK. 1982. Le diagnostic allergique de la brucellose. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France tome, vol. 135, n° 1, p. 47-52.

-Graser, A. (2016). Learning QGIS. Packt Publishing Ltd.

-GUEROUACHE et LAADJEL (2022) - Étude sur la brucellose à Bordj Bou Arreridj

-HALIMATOU, A. H. (2014). Evaluation 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. Ecole Inter-Etats des sciences et Médecine vétérinaires de Dakar*, (15).

-HAMROUNE, BOUCIF, MANSOURI, et RAHAL. (2020) - Étude sur la brucellose dans la wilaya de Djelfa. Thèse de doctorat. P16

-HAROUNA A.H., (2008). Contribution à l'étude épidémiologique de la Brucellose dans les élevages laitiers urbains et périurbains de Niamey (Niger) *:* Thèse : Médecine. Vétérinaire: Dakar ;**34**.

-INAN A., ERDEM H., ELALDI N. (2019). Brucellosis in pregnancy: results of multicenter ID-IRI study. European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, vol. 38, n° 7, p. 1261-1268.

-Kamel Boulos, M. N., & Geraghty, E. M. (2020). Geographical tracking and mapping of coronavirus disease COVID-19/severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics. International Journal of Health Geographics, 19(1), 8.

-KARDJADJ M. (2016). The epidemiology of human and animal brucellosis in Algeria. J Bacteriol Mycol.

-KHEZZANI B, AOUACHRIA AN, DJABALLAH S, DJEDIDI T, BOSILKOVSKI M. (2020) An overview of animal brucellosis in the province of El-Oued (Algerian Sahara). J Fund Appl Sci.

-MERADJET, A., HAMMOUDI, A., KAIDI, R., & GUESSOUM, M. (2017) - Étude sur la brucellose à Tiaret

-MGHEZZI CHAA, N. (2021). Épidémiologie et prévention de la brucellose au niveau de la wilaya de Biskra durant la période (2016-2020). Mémoire de Master, Université Mohamed Khider de Biskra.

-Ministère de la Santé Tunisien. (2021). "Programme national de lutte contre la brucellose : rapport annuel 2020." Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement.

-Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière. (2020). Rapport annuel sur la santé en Algérie. Alger : MSPRH.

-**MORAES, T. F., et al. (2006).** Interactions of *Brucella* with the innate defense system: a paradigm of chronic bacterial infections. Critical Reviews in Immunology, 26(5), 407-442.

-MORVAN, Jacques. (2021, 13 avril). Épidémie de brucellose en Algérie. MesVaccins.

-**NAWANA, T. B., EZZINE, H., CHERKAOUI, I., DAHBI, Z., BELLEFQUIH, A. M., RGUIG, A., MESKI, F., & YOUBI, M. (2021).** Brucellose à l'interface homme-animal au Maroc, 2002-2019 : analyse descriptive. **PAMJ One Health, 4**, 6.

-**NOUACEUR, Z., & Murărescu, O. (2014**). The recent climate change in Algeria (North Africa). In 2nd International Conference–Water Resources and Wetlands, September (pp. 11-13).

-**OLIVIER malaise, FLORENCE libon, JULIE bricmaan, CHRISTIAN von Frenckell, PAOLO Simoni; PHILIPPE Léonard, Michel Malaise. (2014).** Spondylodiscite à Brucella melitensis. p1.

-**Ostfeld, R. S., Glass, G. E., & Keesing, F. (2005**). Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. Trends in ecology & evolution, 20(6), 328-336.

-**OUCHEKOUK, Djamila, DEBOUB Takia. - HANINI Fatima Zohra. (2016) Brucellose : Épidémiologie, pouvoir pathogène et diagnostic au laboratoire.** Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. P5.

-**PAPPAS, G., & AKRITIDIS, N. (2006).** Modern approaches to the diagnosis of brucellosis in humans. Expert Review of Anti-infective Therapy, 4(5), 929-935.

-**PILLY trop (2022)** - Maladies infectieuses tropicales 9ème édition. Médecine-Sciences Publications. pp. 286-288

-**QGIS Development Team (2022).** QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.osgeo.org

-**RAAD SHAKIR. (2021).** Journal of the Neurological Sciences 420 (2021) 117280.p2

-**RON-ROMAN, Jorge (2017).** "Étude épidémiologique de la brucellose bovine et son impact en santé publique dans le nord-ouest de l'Équateur." Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en Sciences Vétérinaires, Année académique. P3

-**SCIENSANO. (2018).** Brucellose. Service épidémiologie des maladies infectieuses. P2

-**SELEEM, M. N., BOYLE, S. M., et SRIRANGANATHAN, N. (2010).** Brucellosis: a re-emerging zoonosis. Veterinary Microbiology, 140(3-4), 392-398.

-**Sherman, G. E. (2008).** Desktop GIS: Mapping the Planet with Open Source Tools. Pragmatic Bookshelf.

-**STATISTA, L'Algérie. Consulter le 08/06/2024 :** https://fr.statista.com/themes/5439/l-algerie.

-**Steiniger, S., & Hunter, A. J. (2013).** The 2012 free and open source GIS software map–A guide to facilitate research, development, and adoption. Computers, environment and urban systems, 39, 136-150.

-**TADÉGNON Brice Nawana, hind EZZINE, Imad CHERKAOUI, Zahra DAHBI, Abdelkrim Meziane BELLEFQUIH, Ahmed RGUIG, Fatima-Zahra MESKI, Mohammed YOUBI. (2021)**. Brucellose à l´interface homme-animalenvironnement au Maroc, 2002-2019 : analyse descriptive PAMJ-One health - 6(13).

-TOUAREF, MEBARKI, et BELHADJ. (2014). *Étude sur la brucellose humaine à Guelma*. Thèse de doctorat, Université de Guelma, Département de Médecine, Guelma, Algérie.

-VON BARGEN, K., & GORVEL, J. P. (2016). *Brucella abortus* degradation of macrophage CFU and replication are blocked by autophagy. Infection and Immunity, 84(1), 295-302.

-WHO-World Health Organization. (2021). Country Cooperation Strategy: Algeria. Geneva:

-**WHO-World Organisation for Animal Health. (2022, 24 mai).** Brucellose - OMSA - Organisation mondiale de la santé animale.

-ZNAZEN, A., S. GHARBI, N. AMOURI, S. BOUJNAH, A. KHROUF, et A. BOUAZIZ. (2018). "Facteurs de risque de la brucellose humaine en Tunisie." Santé Publique, 30(5), 639-647.

Liste des Annexes

Annexe 1

Wilaya	Bovin	Caprin
Laghouat	100	75
OEB	18	75
Bejaia	66	21
Biskra	6	67
Tébessa	79	24
Djelfa	43	12
Msila	29	17
Oran	88	26
El-bayadh	24	30
Ghardaïa	13	64
Alger	22	6

Nb de cas de brucellose animal en 2022.

Annexe 2

Wilaya	Humain
Laghouat	322
OEB	99
Bejaia	62
Biskra	542
Tébessa	700
Djelfa	1665
Msila	1679
Oran	10
El-bayadh	400
Ghardaïa	141
Alger	48

Nb de cas de brucellose humaine en 2022

Annexe 3

Année	2019	2020	2021	2022	2023
Total Algérie	10020	13151	8186	8112	9921

La répartition annuelle de brucellose humaine (2019-2023)

Annexe 4

Année	**N° de cas (bovins)**	**N° de cas (caprins)**
2019	1399	1998
2020	1608	2032
2021	1983	1576
2022	1360	999
2023	1809	1412

La répartition annuelle de brucellose animale (2019-2023).